



Оборудование микроклимата

Цель: обеспечение оптимальных условий испарения в зоне роста грибов.

Гриб питается раствором питательных веществ от грибницы субстратного блока.

В отличии от растений у грибов отсутствует система активного транспорта питания.

Интенсивность питания гриба определяется оптимальной скоростью испарения воды плодовым телом.

Получение плодов высокого качества возможно лишь при условии стабильности расчетных рабочих параметров микроклимата в зоне роста грибов:

- Температуры**
- Влажности**
- Содержания CO₂**
- Скорости движения воздуха.**

Технологическая схема обеспечения условий микроклимата включает:

- систему подогрева воздуха**
- систему увлажнения воздуха – систему охлаждения и осушения воздуха**
- систему распределения и сброса воздуха**
- систему автоматического управления**
- систему освещения**

Требования к помещению

- **Высокий коэффициент теплоизоляции**
- **Герметичность**

Коэффициент теплотерь:

3.0 – 4.0 – упрощенная конструкция помещения без теплоизоляции (металл, дерево).

2.0 – 2.9 – небольшая теплоизоляция (одинарная кирпичная кладка, упрощенная конструкция).

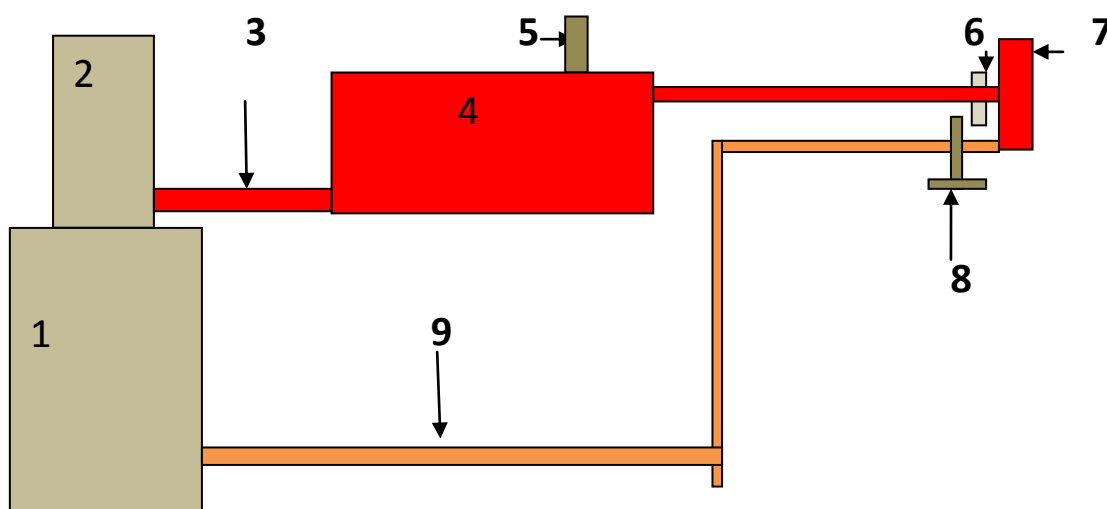
1.0 – 1.9 – средняя теплоизоляция (стандартная конструкция, двойная кирпичная кладка).

0.6 – 0.9 - высокая теплоизоляция (кирпичные стены с двойной теплоизоляцией, применение высококачественного теплоизоляционного материала).

Обеспечение согрева воздуха:

- котельная оборудованная котлами на любом виде топлива с расчетной тепловой мощностью.
- расчетные воздушнонагреватели жидкостные с теплоносителем горячая вода ($T 80-60^{\circ}\text{C}$).
- теплотрасса
- бойлер объем 1.5- 2 м³

Схема обогрева воздуха



- 1 – котел первый контур
- 2- котел второй контур
- 3- теплотрасса (подача)
- 4 – бойлер
- 5 – расширительный бак сброса
- 6 – регулируемый клапан подачи горячей воды
- 7 – теплообменник
- 8 – насос
- 9 – теплотрасса (обратная подача)

Расчеты тепловой мощности оборудования

Формула расчета.

$$Q = \frac{L \times (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}) \times K}{860}$$

где:

L - расход воздуха, м³/ч;

t_{нач} - температура начальная, °С

t_{кон} - температура конечная, °С

K – коэффициент теплопотерь

860 – перевод в кВт/час

Например:

L = 5000 м³/час

t_{нач} = - 20°С

t_{кон} = + 35°С

K = 0.6

$$Q = 5000 \times 55 \times 0.6 / 860 = 191.8 \text{ кВт}$$

Исходные данные для расчетов оборудования по теплу

Общая производительность вентиляции		м ³
Параметры наружного воздуха зимой		t°С;φ%
Параметры воздуха после теплообменника		t°С
Расход наружного воздуха, подаваемого системой вентиляции		м ³ /час
Параметры воздуха помещения		t°φ%
Способ увлажнения - Изотермический - Адиабатический		
- Коэффициент теплоизоляции помещения		
- Тепловыделения субстрата		кВт/тонна

Обеспечение увлажнения воздуха

Способы увлажнения воздуха:

Изотермическое (увлажнение паром).

Оборудование.

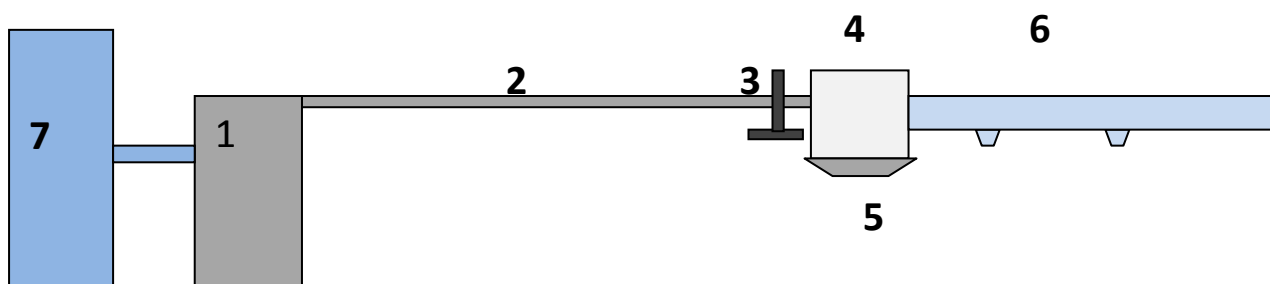
- паровой котел с расчетной тепловой мощностью;

Адиабатическое (увлажнение водяным аэрозолем).

Оборудование.

аэрозольные генераторы, форсунки высокого или низкого давления, распыление воды сжатым воздухом, ультразвуковые увлажнители.

Схема системы увлажнения паром



1 - парообразователь

2 - паротрасса

3 - регулируемый клапан подачи пара

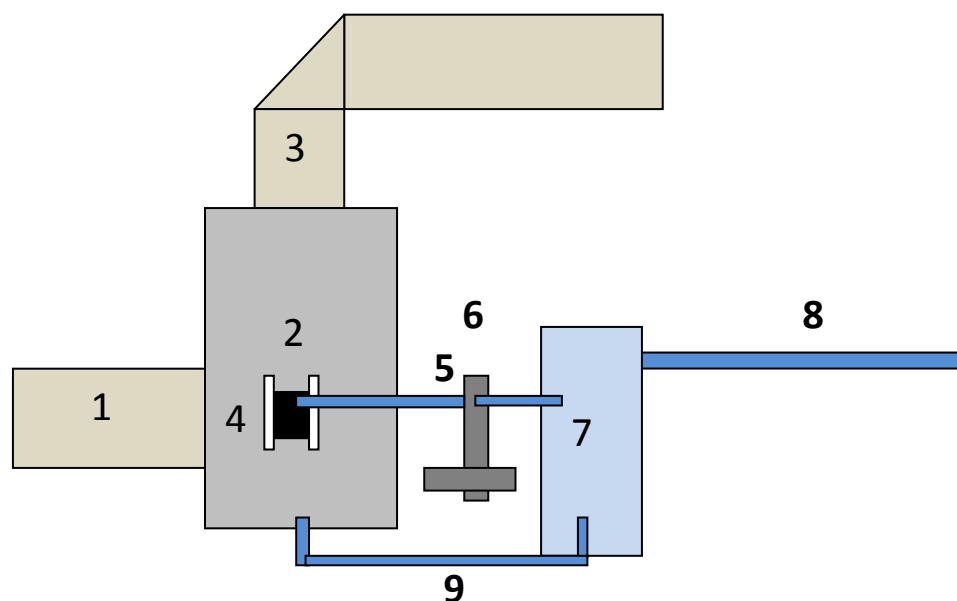
4 - центральный распределительный короб
вентиляции

5 - поддон для сбора и отвода конденсата

6 - полиэтиленовые воздуховоды с
форсунками

7 - водоочистка

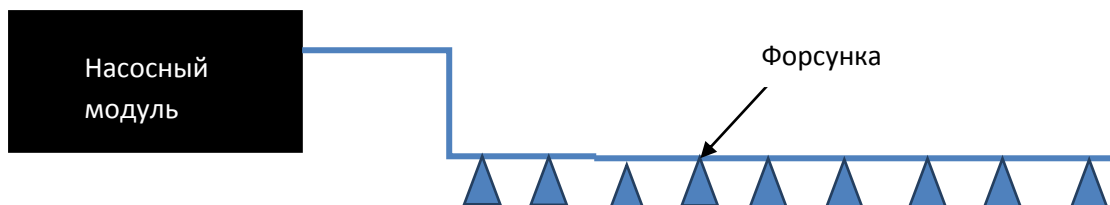
Схема системы мелкодисперсного увлажнения



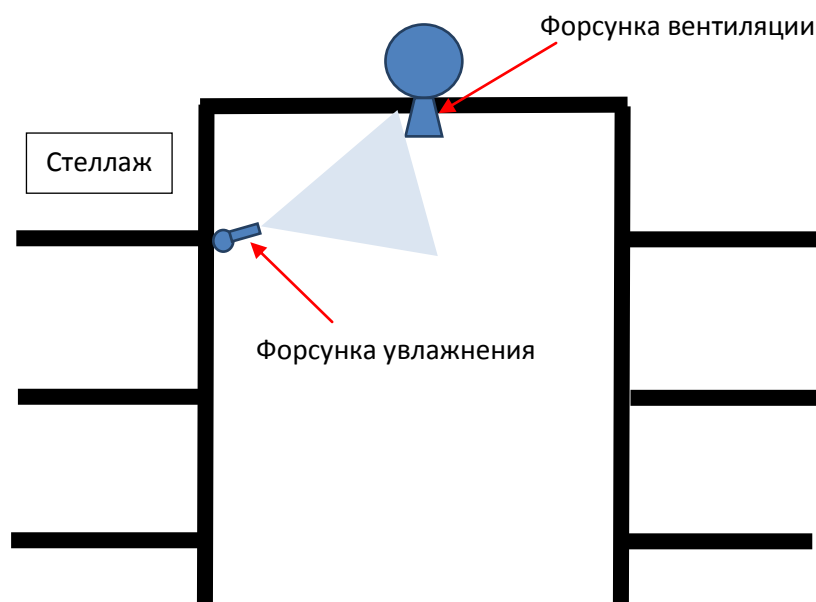
- 1 – центральный воздуховод (вход)
- 2 – камера увлажнения
- 3 – центральный воздуховод (выход)
- 4 – аэрозольный генератор
- 5 – подача воды на аэрозольный генератор
- 6 – насос
- 7 – емкость с водой
- 8 – подлив воды в емкость до уровня
- 9 – слив оборотной воды

Система увлажнения высокого давления

Для создания и поддержания необходимого уровня влажности в камере выращивания грибов, предлагаем установку увлажнения, основанную на принципе мелкодисперсного распыления воды при высоком давлении.



При давлении более 70 бар, проходя через микроскопические отверстия форсунок, вода разбивается на капли размером от 1 до 20 мкм. Эти капли настолько малы, что они практически мгновенно испаряются в воздухе, тем самым увеличивая его влажность и уменьшая температуру.



Насосный модуль необходимо установить в отдельном помещении с температурой от +5С до +35С и относительной влажностью в пределах 30%-60%. Необходимо предусмотреть такое расположение оборудования, чтоб его было удобно обслуживать.

Насосный модуль имеет стандартное питание 220VAC 50Hz, В нем установлен однофазный асинхронный конденсаторный электродвигатель мощностью 750 Вт и электронно-защитные компоненты, общей мощностью не более 30Вт. Частота пуска не должна превышать 4 в минуту.

ВОДОПОДГОТОВКА

Самым лучшим вариантом с точки зрения долговечности использования форсунок будет подача воды на установку непосредственно с системы обратного осмоса.

Исходные данные для подбора увлажнителей

Общая производительность вентиляции		м³
Требуемые условия в помещении		t°C;φ%
Параметры наружного воздуха зимой		t°C;φ%
Требуемая производительность увлажнителя		кг/г
Расход наружного воздуха, подаваемого системой вентиляции		м³/час
Параметры воздуха, подаваемого системой вентиляции после камеры смешивания		t°φ%
Тип увлажнителя: <ul style="list-style-type: none"> - распылительный - газовый - электронагревательный - паровой - дисковый 		
Тип управления увлажнителем: <ul style="list-style-type: none"> - Вкл./Выкл. - модулирующее управление с внешним датчиком влажности 		
Датчик влажности: <ul style="list-style-type: none"> - настенный - для воздуховода 		
Тип воды: <ul style="list-style-type: none"> - нормальной жесткости - деминерализованная 		
Дополнительные требования: Раздача пара (в воздуховод или непосредственно в помещение)		

Расчеты производительности по увлажнению

Формула расчета:

$$P_{\text{увл}} = \frac{d_{\text{увл}} \cdot V_{\text{пр}} \cdot (\rho_{\text{нагр}} + \rho_{\text{пом}})}{2}$$

1 - ($P_{\text{увл}}$) - производительность увлажнителя

2 - ($d_{\text{увл}}$) - разность влагосодержания воздуха помещения и воздуха после нагревателя.

3 - ($V_{\text{пр}}$) - расход воздуха.

4 - ($\rho_{\text{нагр}}$) - плотность воздуха после нагревателя.

5 - ($\rho_{\text{пом}}$) - плотность воздуха помещения.

Например:

$$V_{\text{пр}} = 5000 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$d_{\text{увл}} = 0.008 \text{ л}$$

$$\rho_{\text{нагр}} = 1.16$$

$$\rho_{\text{пом}} = 1.22$$

$$V_{\text{пр}} = 0.008 \times 5000 \times 2.38/2 = 47.6 \text{ л}$$

Обеспечение охлаждения

Оборудование.

- расчетные воздухоохладители жидкостные, хладоноситель вода T 7-12 °С
- хладотрасса
- чиллер

Исходные данные на расчеты по охлаждению.

Общая производительность вентиляции		м3
Требуемые условия в помещении		t°C;φ%
Параметры наружного воздуха в теплый период		t°C;φ%
Расход наружного воздуха, подаваемого системой вентиляции		м3/час
Параметры воздуха, подаваемого системой вентиляции после камеры смешивания		t°φ%
Способ увлажнения - Изотермический - Адиабатический		
Коэффициент теплоизоляции помещения		
Тепловыделения субстрата		кВт/тонна

Обеспечение освещения

Лампы холодного спектра свечения.

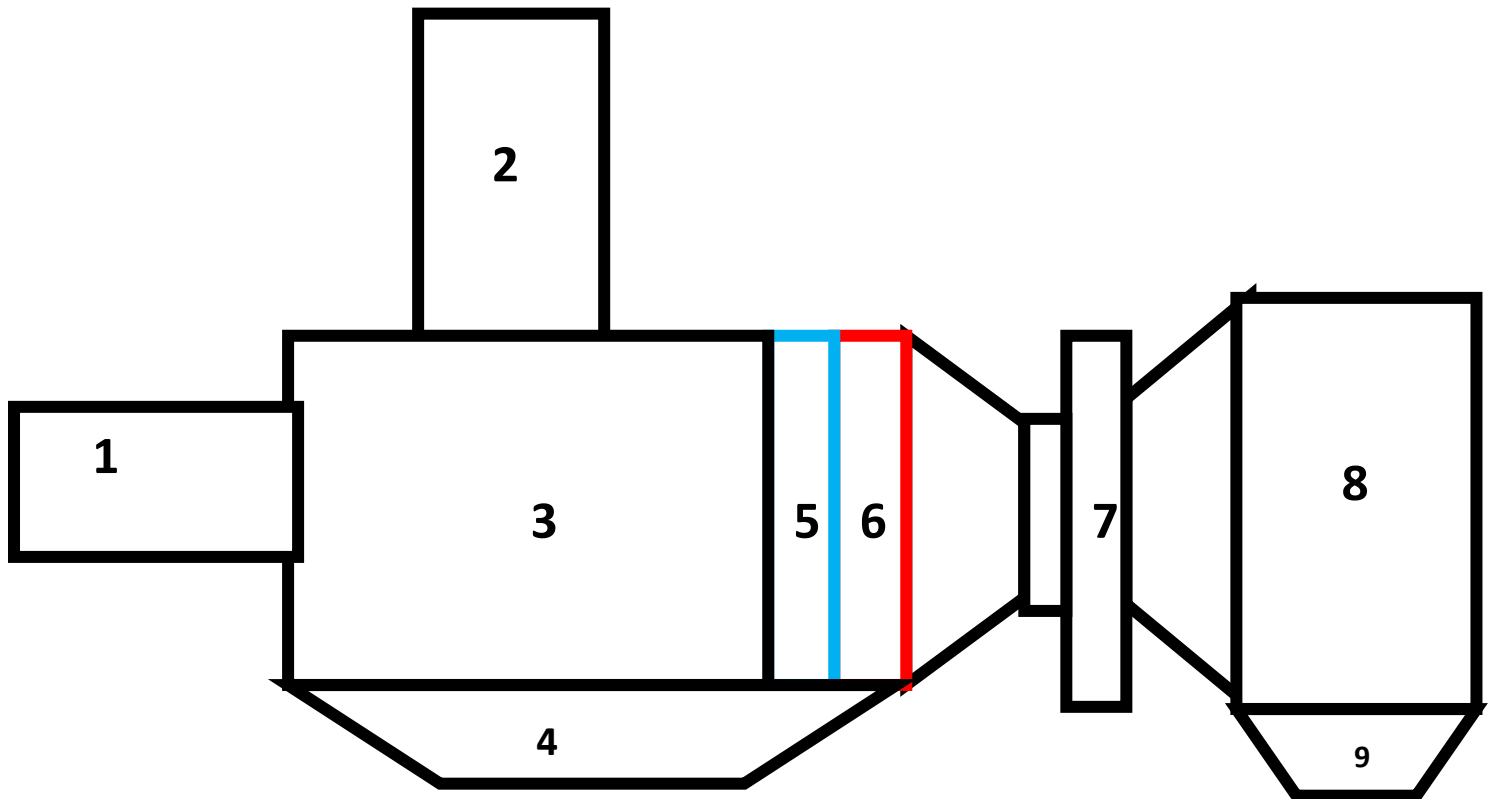
Расчетная производительность 5 ватт на м².

Равномерное распределение по помещению.

Размещение на стенах или потолках.

Возможно управление в автоматическом режиме.

Схема климатической камеры



- 1 – блок приема свежего воздуха с регулируемым клапаном управления заслонками
- 2 – блок приема воздуха рециркуляции с регулируемым клапаном управления заслонками
- 3 – камера смешивания
- 4 – поддон для сбора и отвода конденсата
- 5 – воздухоохладитель жидкостный
- 6 – воздухонагреватель жидкостный
- 7 – вентилятор
- 8 – центральный распределительный короб
- 9 – поддон для сбора и отвода конденсата

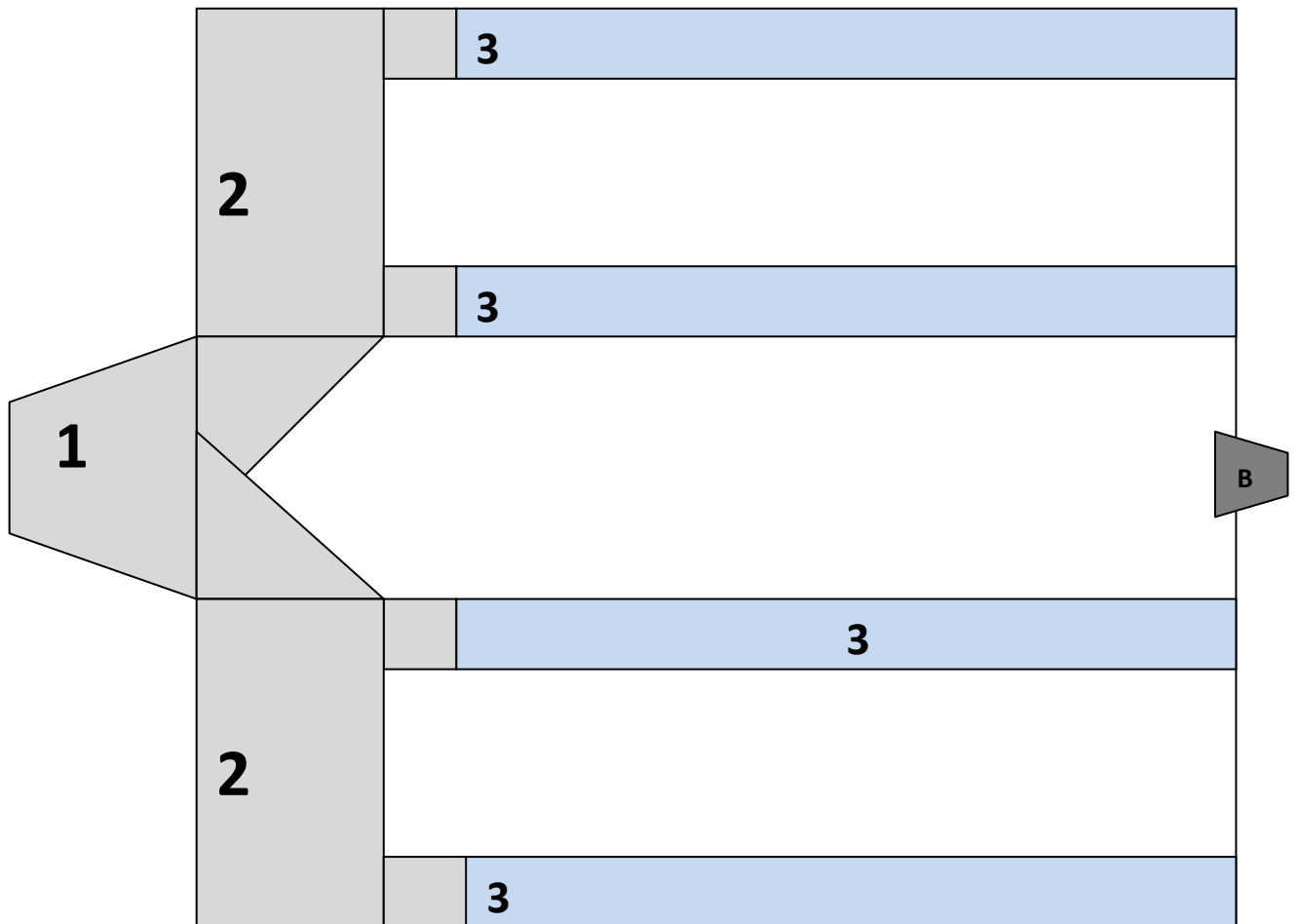
Климатическое оборудование

Состав климатической камеры:

- 1.Блок приема свежего воздуха. Утепляется, предусматривается защита от обмерзания.
- 2.Блок приема воздуха рециркуляции.
- 3.Фильтры ячейковые (грубой очистки), предназначены для улавливания частиц пыли, спор.
4. Камера смешивания с поддоном для конденсата.
- 5.Воздухоохладитель жидкостный- регулируемая подача холодной воды через клапан на показания термодатчика в системе воздухораспределения от системы охлаждения. Поддон для сбора конденсата и его отвода.
- 6.Воздухонагреватель жидкостный регулируемая подача горячей воды от теплотрассы через клапан на показания термодатчика в системе воздухораспределения. Поддон для сбора конденсата и его отвода.
- 6.Вентилятор – центробежный, подбирается по аэродинамическим расчетам.
- 7.Камера увлажнения (при использовании адиабатического увлажнения) с поддоном для оборотной воды.

Система воздухораспределения и сброса воздуха

Вид сверху



Задачи автоматического управления технологического цикла

Полная автоматизация процесса строится на базе программируемого логического контроллера.

От датчиков сведения о технологических и вспомогательных параметрах (состояние исполнительных узлов, температуры рабочих жидкостей и пр.) поступают в процессор, который решает задачу с учетом текущей фазы роста и выдает команды для исполнительных механизмов.

При этом происходит регулирование основных технологических параметров: уровень CO_2 в воздухе, температура помещения и субстрата, влажность воздуха и т.д.

Для этого требуется комплексное решение задачи для каждой фазы роста индивидуально.

Задачи технологического оборудования в автоматическом режиме

- 1.**Обеспечение синхронности работы заслонок приточки: рециркуляции и свежего воздуха в плавном режиме.
- 2.**Смешивание воздушных потоков в камере смешивания.
- 3.**Досогрев (охлаждение) воздуха до заданных параметров в плавном режиме.
- 4.**Доувлажнение (осушение) воздуха до заданных параметров в плавном режиме.
- 5.**Обеспечение заданных параметров нормы уровня CO₂ в зале выращивания.
- 6.**Обеспечение расчетной скорости и траектории движения воздушных потоков.
- 7.**Обеспечение синхронности работы принудительной вытяжной вентиляции с притоком свежего воздуха. (Отсутствие избыточного давления).
- 8.**Обеспечение стабильности всего комплекса заданных микроклиматических параметров, возможность регулирования их в плавном режиме.
- 9.**Возможность вариаций управления в ручном и автоматическом режиме.

Распределение воздуха вентиляции в системе воздуховодов камеры выращивания

Цель: равномерное расчетное распределение объема, траектории движения и скорости воздуха по помещению камеры выращивания.

- 1. Количество рядов стеллажей –четное.**
- 2. Патрубки с полиэтиленовыми рукавами направлены в каждое четное междурядье.**
- 3. Форсунки направлены строго вниз по центру междурядья.**
- 4. Расчетное сечение центрального распределительного короба и воздуховодов.**
- 5. Отсутствие в помещении коробов рециркуляции и вытяжной вентиляции.**

Расчет сечения центрального распределительного короба

$$V = S \times u \times 3600$$

V – расход воздуха

S – площадь сечения воздуховода

U – скорость движения воздуха

3600 – время (час в секундах).

Например:

Расход воздуха: 20 т x 250 = 5000 м³/час

Скорость движения воздуха: 4 м/сек

$$S = 5000 / 4 \times 3600 = 5000 / 14400 = 0.3472 \text{ м}^2$$

$$\text{Сторона короба: } \sqrt{0.3472} = 0.59 \text{ м}$$

Расчет диаметра воздуховодов

$$R^2 = \sqrt{V/\pi \times u \times 3600}$$

Например:

Планируется 2 воздуховода.

Расход воздуха в каждом: 2500 м³/час

Скорость воздуха: 4 м/сек

$$R^2 = \sqrt{2500/ 3.14 \times 4 \times 3600=2500/45216= 0.235}$$

$$D = 0.235 \times 2 = 0.470\text{м}$$

Производительность одной форсунки:

$$V_{\phi.} = V_{\text{общ.}} / N$$

V_{ϕ} - расход воздуха форсунки

$V_{\text{общ.}}$ – расход воздуха воздуховода

N – количество форсунок в воздуховоде.

Расчет диаметра форсунки:

$$R^2 = \sqrt{V_{\phi}/ \pi \times u \times 3600}$$

Данные на расчеты системы воздухоподготовки и воздухораспределения

Камера выращивания

Максимальная производительность приточной вентиляции	$\text{м}^3/\text{час}$
Минимальная производительность приточной вентиляции	$\text{м}^3/\text{час}$
Сечение центрального коллектора	м^2
Стороны центрального коллектора	мм
Длина центрального коллектора	мм
Скорость воздуха в системе воздухораспределения	м/сек
Количество воздуховодов в междурядья	шт
Производительность каждого воздуховода	$\text{м}^3/\text{час}$
Сечение воздуховода	м^2
Диаметр воздуховода	мм
Ширина полиэтиленового рукава	мм
Количество форсунок	мм
Расстояние между осями форсунок	мм
Диаметр выходного отверстия форсунки	мм
Скорость истекания из сопла форсунки	м/сек
Скорость истекания у пола (150мм)	м/сек
Производительность форсунки	$\text{м}^3/\text{час}$
Производительность вытяжной вентиляции, осевой вентилятор	$\text{м}^3/\text{час}$
Протяженность полиэт. рукава	мм
Расстояние от форсунки до пола	мм
Протяженность магистрали свежего воздуха	мм
Протяженность магитсрали воздуха рециркуляции	мм
Максимальный расход свежего воздуха	$\text{м}^3/\text{час}$

- производительность вентиляции;
 - сечение и протяженность центрального распределительного короба;
 - количество воздуховодов, их сечение:
 - количество форсунок, их сечение,
- скорость истекания воздуха:
- из форсунок
 - у пола
 - расстояние от форсунок до пола
 - производительность увлажняющего оборудования