

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 - Агроинженерия

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Электроснабжение тепличного комплекса с разработкой установки для автоматического поддержания микроклимата

Шифр ВКР.35.03.06.011.18.СУМ.00.00.00 ПЗ

Студент 243 группы _____ Ситдиков Ш.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 15 от «18» июня 2018 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Классификация систем автоматического контроля микроклимата	
1.2 Обзор существующих конструкций устройств автоматического контроля микроклимата в теплицах.....	
1.3 Выводы по разделу.....	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Определение категории потребителей и характеристики окружающей среды помещений	
2.2 Расчет электрических нагрузок по цехам и производственной базе	
2.2.1. Определение расчетной нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса	
2.2.2. Определение расчетной нагрузки в целом с учетом компенсирующих устройств и потер мощности в трансформаторах.....	
2.2.3. Определение потер мощности в трансформаторах ТП	
2.2.4. Определение расчетной нагрузки по всему предприятию	
2.2.5. Определение потребной мощности компенсирующих устройств.....	
2.2.6. Определение потер мощности в компенсирующих устройствах.....	
2.2.7. Определение расчетной мощности предприятия с учетом потер	
2.3. Построение картограммы электрических нагрузок.....	
2.4 Выбор местоположения трансформаторной подстанции	
2.5 Определение типа, количество и мощности цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсирующих устройств	
2.6 Распределение нагрузки по пунктам питания (ТП-10/0,4 кВ).....	
2.7 Расчет и выбор электроустановок систем электрического освещения теплицы	
2.7.1 Расчет внутреннего освещения теплицы	
2.7.2 Электротехнический расчет	

2.7.3 Расчет компенсирующего устройства	
2.7.4 Выбор автоматических выключателей	
2.8 Выводы по разделу.....	
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1. Выбор, обоснование и описание новой конструкции системы управления микроклиматом в теплице.	
3.2. Конструкторские расчёты	
3.2.1. Расчёт сварных соединений	
3.2.2 Расчёт болтовых соединений.....	
3.3 Экономическое обоснование сконструированной теплицы.....	
3.3.1 Расчёт массы и стоимости конструкции системы управления микроклиматом теплицы.	
3.3.2. Расчёт показателей эффективности новой конструкции и их сравнение со старой.....	
3.4. Охрана окружающей среды	
3.5. Техника безопасности.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное ведение сельского хозяйства в настоящее время невозможно без автоматизации агротехнических процессов. Автоматика позволяет оптимизировать эти процессы, создать и поддерживать для растений и животных наилучшие условия для их жизни и развития.

Одним из важнейших производств в сельском хозяйстве является тепличное производство.

Теплицы это сооружения для выращивания продуктов растениеводства. Теплицы представляют собой весьма сложные, дорогостоящие и энергоемкие

технические объекты с разветвленными системами электро-, тепло- и водоснабжения и канализации.

Тепличное производство относится к числу наиболее энергоёмких производств в сельском хозяйстве. Затраты на обогрев теплиц составляют 30...50% от себестоимости продукции. Потребности современного производства в тепловой и электрической энергии растут быстрее, чем энергетические мощности. Поэтому энергосистемы вынуждены ограничивать потребление энергии, вводить специальные режимы энергосбережения. В связи с этим и была разработана автоматическая система микроклимата, которая поможет экономить электроэнергию и сократить количество ручного труда на предприятии, а это наилучший способ уменьшить себестоимость продукции.

С каждым годом в тепличных предприятиях все большее внимание уделяется качественному поддержанию микроклимата. Правильно выбранная технология поддержания микроклимата - одна из важнейших составляющих, позволяющих повысить урожайность. Предложенная нами в ВКР современная автоматизированная система управления микроклиматом в теплице поддерживает не только заданный режим, но и максимально эффективно использует возможности исполнительных систем (вентиляция, обогрев, освещение, полив).

Целью дипломного проекта является разработка автоматизированной системы управления микроклимата в теплице. Потому что автоматизация теплицы по выращиванию плодово-овощных культур на сегодняшний день не является роскошью, а считается даже первой необходимостью, для того чтобы обеспечить себя богатым и качественным урожаем.

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Классификация систем автоматического контроля микроклимата

Автоматизация теплицы сегодня может быть выполнена при помощи систем различного типа, что может зависеть от различных факторов, начиная от

наличия и возможности подключения электросети, размеров самой теплицы, условий, требуемых для выращивания сельскохозяйственных культур.

Электрические

Электрические автоматизированные системы для теплиц, устанавливаемые своими руками, являются самыми распространенными. Все датчики и механизмы, блоки управления при этом подключаются к электрической сети.

Достоинства электрических систем:

- можно установить датчики температуры в нескольких местах теплицы и отрегулировать уровень поднятия фрамуг;
- можно установить температурный режим и менять его в зависимости от необходимости;
- простота и надёжность системы

Главный недостаток – зависимость всей системы от подачи электроэнергии.

Биметаллические

Биметаллические предназначены для устройства автоматической системы проветривания. Это две металлические пластины (два разных типа металла либо металл и пластик), которые при повышении температуры изгибаются и открывают форточку.

Достоинство биметаллических систем:

- простота изготовления конструкции (можно сделать самостоятельно)

Недостатки биметаллических систем:

- малая эффективность (силы изгибающей пластины едва хватает на небольшое открытие форточки)

Гидравлические

Самыми простыми и часто используемыми для небольших и средних теплиц являются гидравлические системы, которые не требуют подключения к электричеству. Работают они таким образом: система состоит из двух емкостей

с жидкостью, когда в помещении температура поднимается, емкость внутри опускается, специальный рычаг открывает форточку.

Достоинства гидравлических систем:

- энергонезависимость;
- простота конструкции.

Недостатки гидравлических систем:

- дороговизна установки;
- удобнее устанавливать в небольших парниках и теплицах;
- в связи со своей громоздкостью и не подконтрольной системой, для проветривания теплицы используется только одна автоматическая форточка, а значит наладку и контроль температурного режима по всей площади вести невозможно.

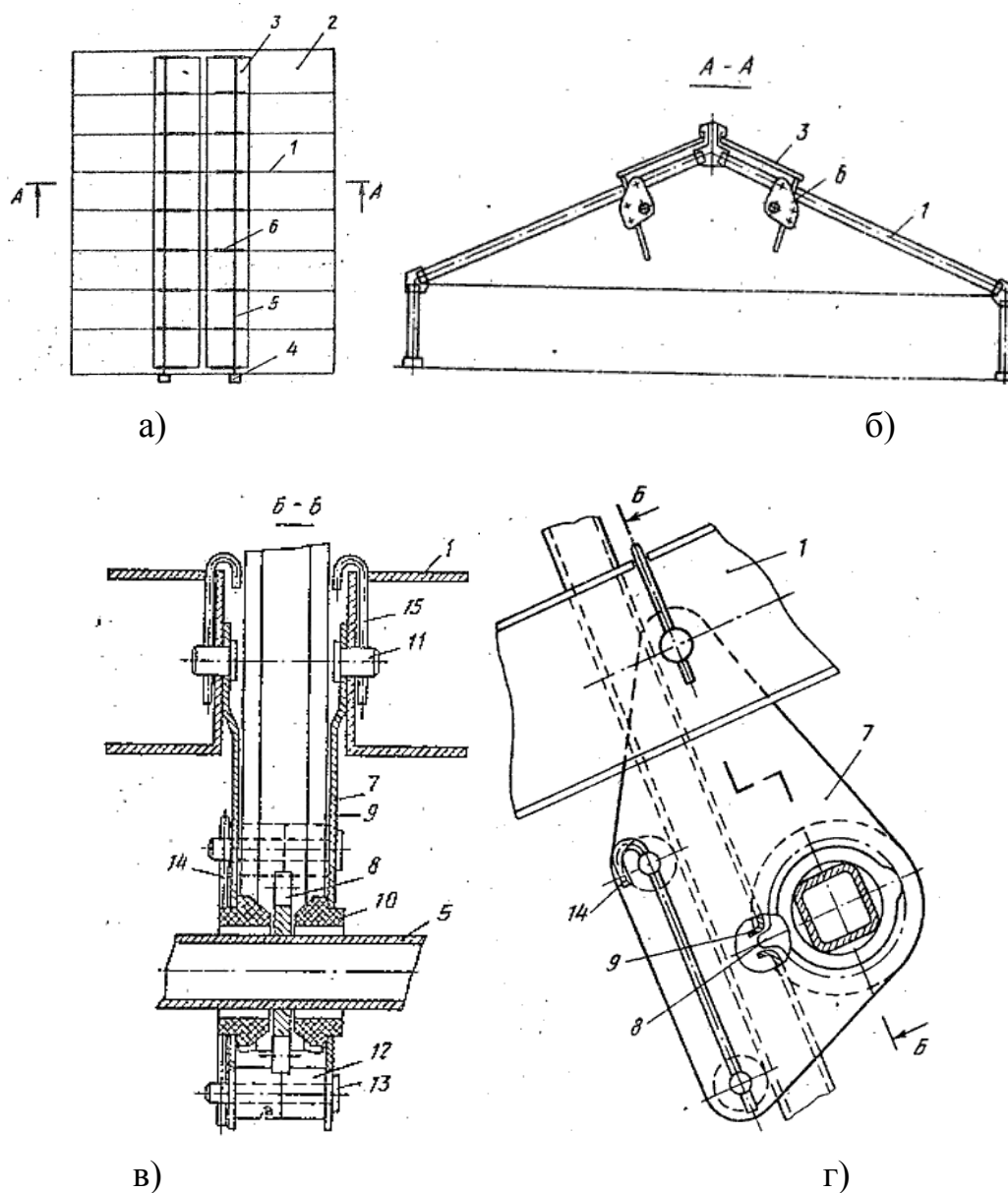
1.2 Обзор существующих конструкций устройств автоматического контроля микроклимата в теплицах

Теплица (рисунок 1.1) содержит каркас с ригелями 1 из двух профилей, стеклянную кровлю с форточками и механизм их открытия.

Механизм открытия имеет привод, вал 5 с опорами и реечную передачу. Корпус 7 реечной передачи закреплен на шарнирах 11 между профилями ригеля. Подшипники скольжения 10 совмещены с опорами вала 5. Вращение вала 5 посредством реечной передачи преобразуется в поступательное движение рейки 9, которая, перемещаясь, открывает или закрывает форточку.

Теплица содержит каркас с ригелями 1 из двух профилей, стеклянную кровлю 2 с форточками 3, механизм их открытия, имеющий привод 4, вал 5 с опорами, расположенный вдоль теплицы под форточками 3 и реечную передачу 6 (рисунок 1.1). Последняя состоит из корпуса 7, зубчатого колеса 8, рейки 9, шарнирно соединенной с форточкой 3 и подшипников 10 скольжения. Подшипники 10 скольжения одновременно являются опорами вала 5, Вал 5 в месте посадки зубчатого колеса 8 выполнен призматическим. Корпус 7 реечной передачи 6 закреплен на шарнирах 11 между профилями ригеля 1. Опорой для нерабочей поверхности рейки 9 служат ролики 12, установленные

на осях 13. Фиксация шарниров 11 и осей 13 от проворота осуществляется штифтами 14 и 15. Пазы рейки 9 выполнены с отбортовками по периметру.



1 – каркас с ригелями из двух профилей; 2 – стеклянная кровля; 3 – форточки; 4 – механизм открытия форточек с приводом; 5 – вал с опорами; 6 – реечная передача; 7 – корпус реечной передачи; 8 – зубчатое колесо; 9 – рейка; 10 – подшипники скольжения; 11 – шарниры; 12 – ролики; 13 – оси; 14, 15 – штифты

Рисунок 1.1 – Автоматическая вентиляция теплицы (Патент РФ № 1577724)

Вентиляцию теплицы осуществляют следующим образом.

Вращение вала 5 посредством реечной передачи 6 преобразуется в поступательное движение рейки 9, которая, перемещаясь, открывает или закрывает форточку 3. При этом реечная передача 6 вместе с валом 5 совершает

качательное движение вокруг шарниров 11. Шарнирное крепление корпуса 7 реечной передачи на ригеле 1 исключает заклинивание рейки 9 в корпусе 7.

На рисунке 1.1 а) изображен общий вид теплицы, вид сверху; на рисунке 1.1 б) – разрез А-А на рисунке 1.1 а); на рисунке 1.1 в) – реечная передача; на рисунке 1.1 г) – разрез Б-Б на рисунке 1.1 в).

Регулятор (рисунок 1.2) содержит термобаллон 1, заполненный жидкостью, в котором размещен термочувствительный элемент, выполненный в виде плунжера 2 с возвратной пружиной 3. Плунжер через систему рычагов 4 соединяется с устройством теплиц, подлежащих открытию (на рисунке не показаны). При необходимости гибкого соединения предусматривается ролик 5. Плунжер уплотняется манжетой 6. Возле указателя 7 температуры, расположенного на плунжере, размещена шкала 8 температур. В нижней части термобаллона соединен со стойкой 9 для установки регулятора в грунте.

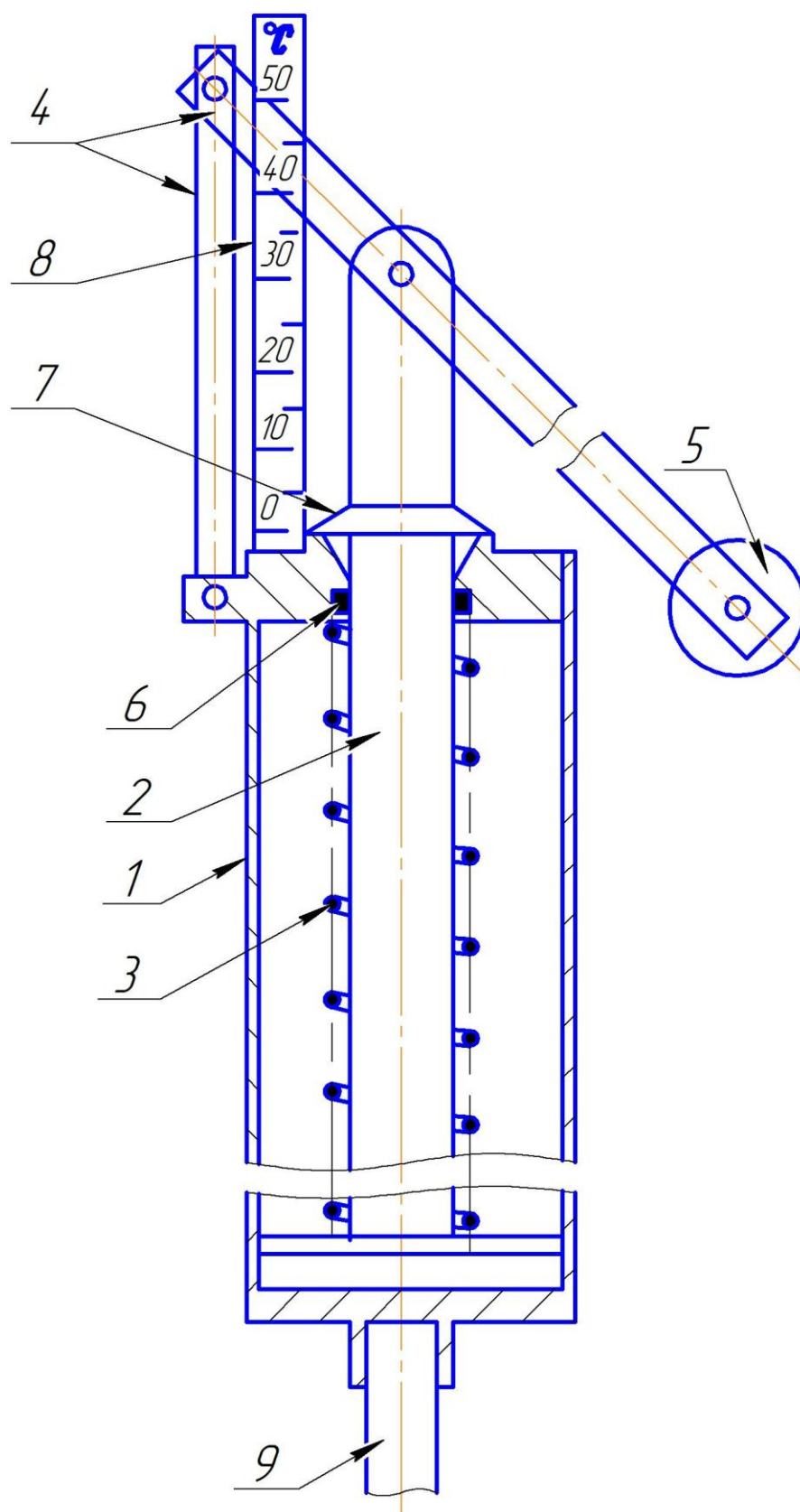
Регулятор работает следующим образом.

При повышении температуры жидкость в термобаллоне расширяется, в результате чего плунжер вытесняется вверх. Указатель 7 по шкале 8 показывает температуру в теплице, а через систему рычагов, связанных с плунжером, осуществляется открытие устройств в теплице.

Чем выше температура в теплице, тем на больший угол открываются устройства теплицы.

Движение вниз, а также удержание в открытом положении устройств теплицы, обеспечивается за счет возвратной пружины (возможна дополнительная нагрузка к весу открываемых устройств). Настройка на заданную температуру осуществляется длиной соединительных рычагов (тяг).

Такое устройство при сравнительно небольших габаритах способно развивать усилие на плунжере в сотни килограммов и обеспечить требуемый угол открытия и поддержания в теплице заданной температуры.

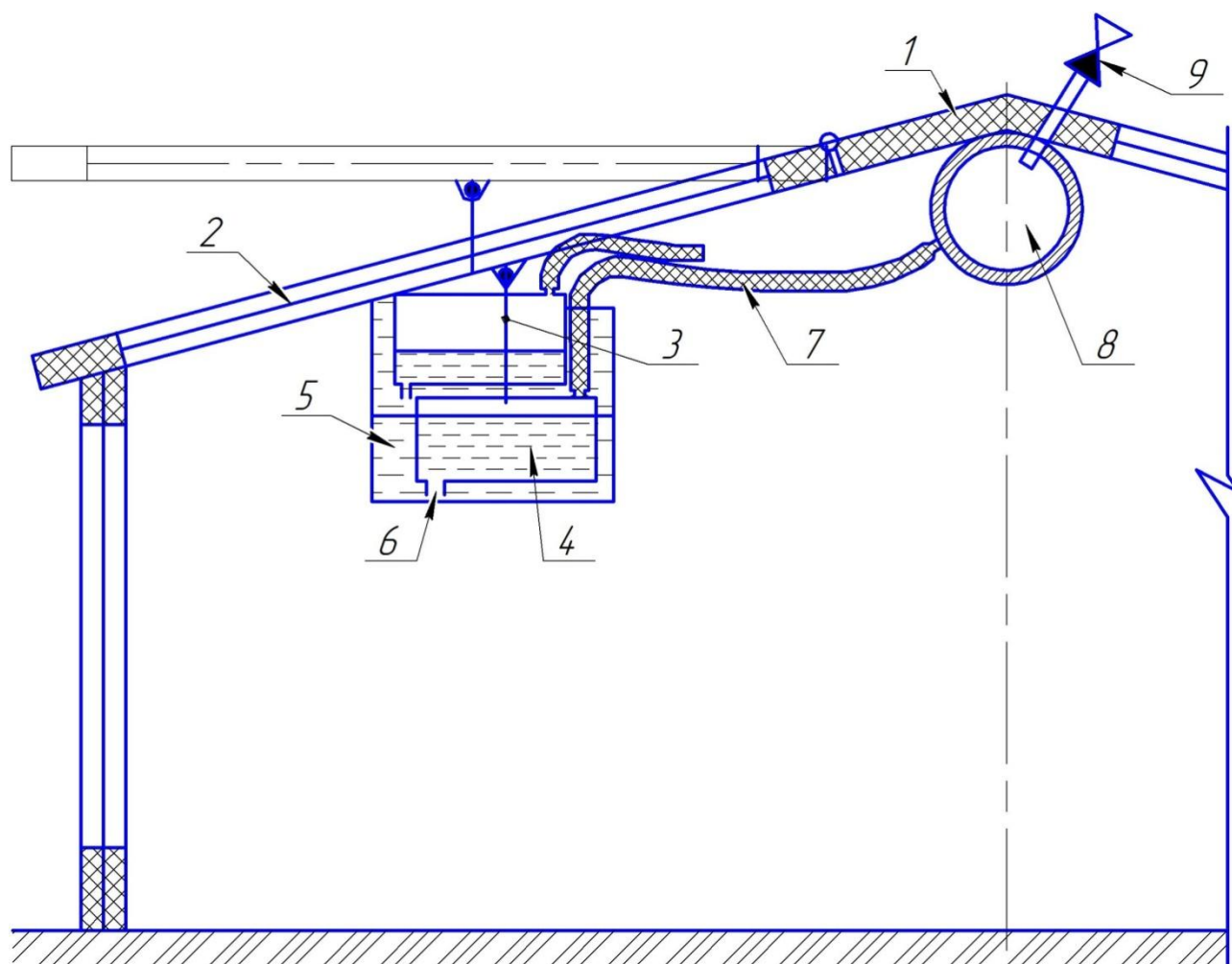


1 – термобаллон; 2 – плунжер; 3 – возвратная пружина; 4 – система рычагов; 5 – ролик;
6 – манжета; 7 – указатель температур; 8 – шкала температур; 9 – стойка

Рисунок 1.2 – Устройство автоматического регулирования температуры в теплице

(Патент РФ № 2032208)

К конструкции теплицы (рисунок 1.3) шарнирно прикреплена фрамуга 2, соединенная при помощи штока 3 с открытым сосудом 4, помещенным в неподвижный резервуар 5 с жидкостью, на пример водой. Открытый сосуд 4, частично заполненный водой, имеет в нижней части отверстие 6 и при помощи гибкого трубопровода 7 соединен с закрытым сосудом 8. Последний полностью заполнен воздухом и снабжен приспособлением 9 для периодического впуска холодного воздуха, например обратным клапаном.



1 – корпус теплицы; 2 – фрамуга; 3 – шток; 4 – открытый сосуд; 5 – неподвижный резервуар с жидкостью; 6 – отверстие, соединяющее открытый сосуд с закрытым; 7 – гибкий трубопровод; 8 – закрытый сосуд; 9 – приспособление для периодического впуска холодного воздуха

Рисунок 1.3 – Устройство для проветривания теплицы (Патент РФ № 1189390)

Устройство работает следующим образом.

В холодное время суток закрытый сосуд 8 при помощи приспособления 9 заполняется наиболее плотным воздухом. По мере повышения температуры в

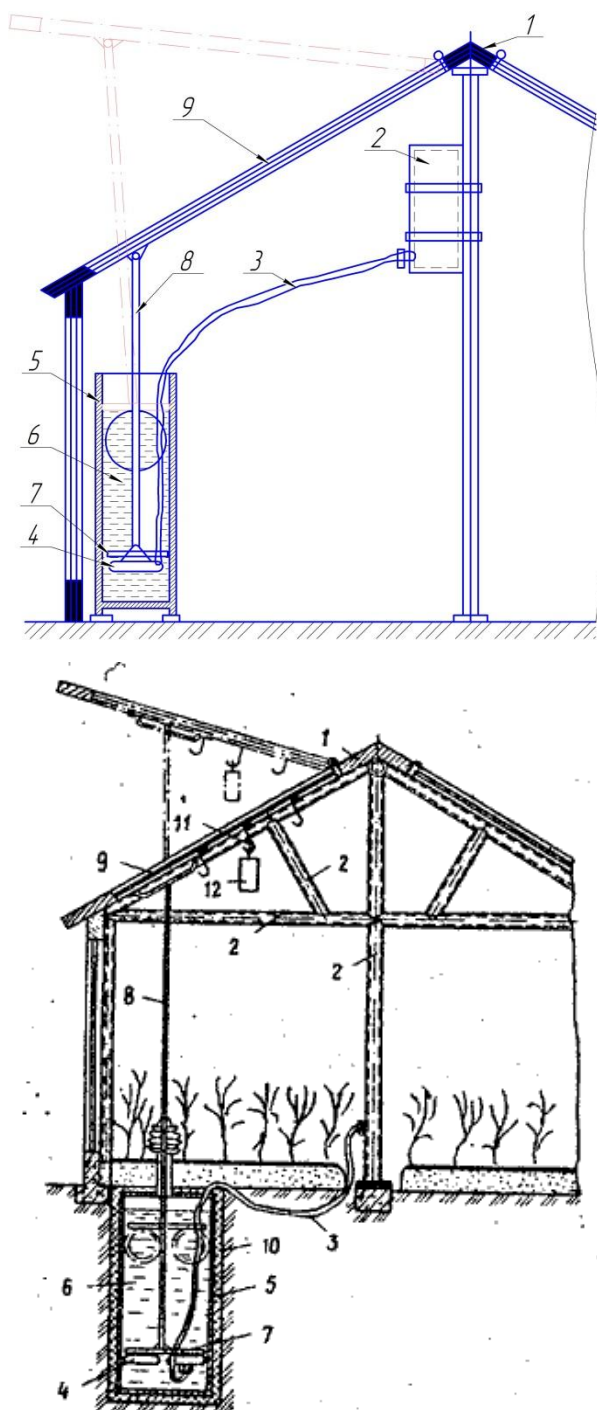
теплице 1 воздух в закрытом сосуде 8 нагревается, в связи с чем давление внутри его повышается. По гибкому трубопроводу 7 часть нагретого воздуха переходит в открытый сосуд 4, где давление также повышается. Открытый сосуд 4 предварительно заполняется водой таким образом, что он под действием суммарных нагрузок от фрамуги 2 и штока 3 находится в затопленном состоянии. Под действием повышенного давления воздуха часть воды из открытого сосуда 4 через отверстие 6 вытесняется в резервуар 5, вследствие чего открытый сосуд 4 всплывает как поплавков на поверхность воды в резервуаре 5 и через шток 3 открывает фрамугу 2.

При понижении температуры в теплице 1 воздух в закрытом сосуде 8 охлаждается и давление в нем понижается, поэтому часть воздуха из открытого сосуда 4 переходит в закрытый сосуд 8. Через отверстие 6 в открытый сосуд 4 переходит часть воды из резервуара 5, открытый сосуд 4 утяжеляется и под действием суммарных нагрузок от веса фрамуги 2 и штока 3 тонет в резервуаре 5 и закрывает фрамугу 2. При повышении температуры в теплице 1 цикл работы устройства повторяется.

К конструкции теплицы (рисунок 1.4 а) прикреплен герметичный сосуд 2, полость которого с помощью гибкого трубопровода 3 соединена с полостью камеры 4, которая помещена в резервуар 5 с жидкостью 6 (водой). При этом камера 4 выполнена из гибкого или (и) эластичного материала, герметична и в исходном положении находится в сложенном состоянии в нижней части резервуара 5. Камера 4 снабжена пластиной 7 и с помощью тяги 8 соединена с фрамугой 9.

Камера 4 может быть выполнена в виде тора (см. рисунок б), а резервуар 5, снабженный теплоизоляционным покрытием 10, помещен ниже уровня грунта теплицы. Герметичный сосуд 2 может иметь форму пустотелых строительных элементов, например стоек или балок (см. рисунок б). Если герметичный сосуд 2 выполнен в виде бачка, а резервуар 5 с жидкостью 6 находится в полости теплицы, то они могут располагаться на северной стороне теплицы так, чтобы их тень находилась за ее пределами. К фрамуге 9

прикреплены крючки 11, на которых висит груз 12. Если резервуар 5 находится в грунте, температура которого ниже 0°C , то в качестве жидкости 6 может быть применён антифриз.



1 – корпус; 2 – герметичный сосуд; 3 – гибкий трубопровод; 4 – камера; 5 – резервуар;
6 – жидкость; 7 – пластина; 8 – тяга; 9 – фрамуга; 10 – теплоизоляционное покрытие;
11 – крючки, 12 – груз

Рисунок 1.4 – Устройство для автоматического проветривания теплиц
(Патент РФ № 1454312)

Устройство работает следующим образом.

При повышении температуры в теплице 1 воздух отдает свое тепло герметичному сосуду 2, который имеет форму бачка (рисунок 1.4 а) или строительных элементов – стоек, балок (рисунок 1.4 б). Находящийся в сосуде 2 воздух расширяется и по гибкому трубопроводу 3 поступает в сложенную эластичную камеру 4, расправляет ее или растягивает. Камера 4 принимает форму шара или тора. При достижении определенного объема эластичная камера 4 всплывает и, преодолевая сопротивление веса тяги 8 и пригруза 12, открывает фрамугу 9. Момент открывания, т.е. температура, при которой срабатывает устройство, определяется массой пригруза 12 или его перестановкой на соответствующий крючок 11. При этом, чем больше масса пригруза 12 или чем дальше он располагается от оси поворота фрамуги 9, тем более высокая температура удерживается в теплице, и наоборот. Колебания фрамуги 9 от ветра гасятся пластиной 7, которая играет роль гидравлического демпфера и которая при возвратно-поступательных вертикальных перемещениях вовлекает в движение большие массы воды 6, погашая тем самым энергию колебаний. Величина открывания фрамуги 9 зависит только от высоты водяного столба 6 в резервуаре 5. Устойчивость эластичной камеры 4 обеспечивается его торообразной формой (см. рисунок б).

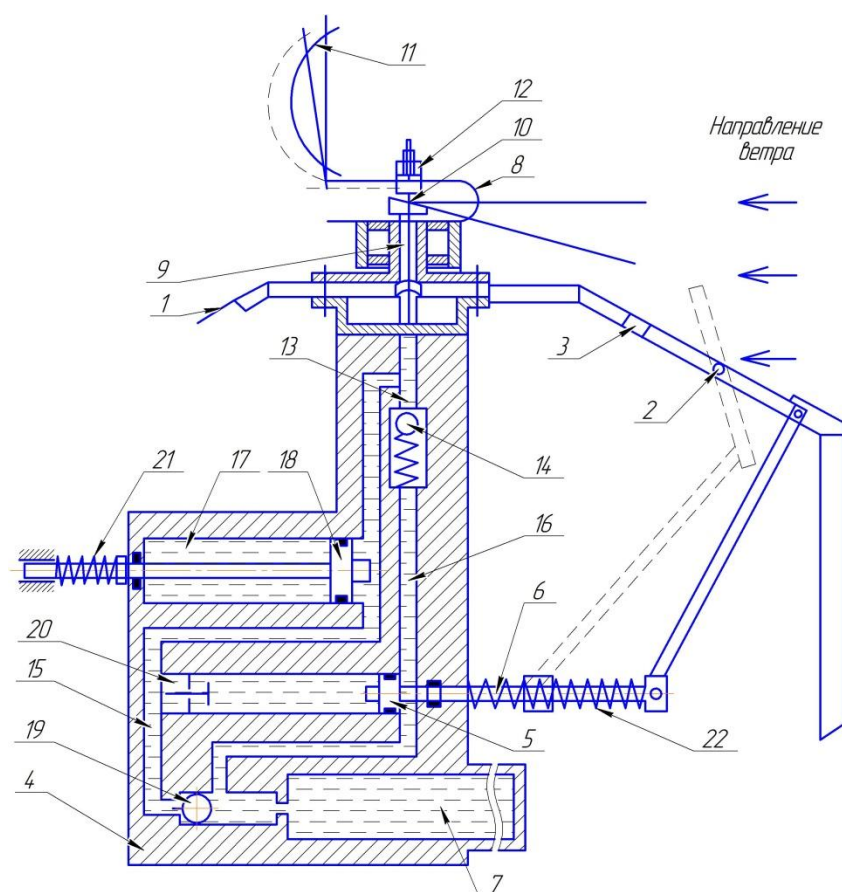
При охлаждении теплицы воздух в герметичном сосуде 2 уменьшается в объеме. Возникшее в нем разрежение компенсируется воздухом, поступающим из эластичной камеры 4. При этом эластичная камера 4 уменьшается в объеме, складывается и теряет свою плавучесть. Под действием собственного веса, а также веса тяги 8 и пригруза 12 фрамуга закрывается. Плавность закрытия обеспечивается пластиной 7, которая перемещается вниз в толще воды. При повышении температуры в теплице 1 цикл работы устройства повторяется.

Потеря тепла от резервуара 5 в грунт предотвращается теплоизоляционным покрытием 10. Настройку устройства на поддержание определенной температуры в теплице осуществляют один раз. При этом подсоединение гибкого трубопровода 3 к сосуду 2 должно быть конечной

фазой сборки устройства и производится при минимально допустимой температуре воздуха, например при 10 С. Смена температурного режима в теплице осуществляется путем изменения массы или перестановки пригруза 12 на фрамуге 9.

На рисунке 1.4 а) изображена теплица и устройство для ее проветривания, общий вид; на рисунке 1.4 б) – то же, вариант.

Теплица (рисунок 1.5) содержит светопрозрачное ограждение 1, установленные на осях 2 вращения оконные рамы 3, термогидравлический привод 4 с поршнем 5 и штоком 6, размещенными в герметичном сосуде, заполненном термочувствительным наполнителем 7.



1 – светопрозрачное ограждение; 2 – оси вращения; 3 – оконные рамы; 4 – термогидравлический привод; 5 – поршень; 6 – шток; 7 – термочувствительный наполнитель; 8 – горизонтальная упругая скоба; 9 – вертикальная ось; 10 – торцовый кулачок; 11 – вертикальный парус; 12 – регулируемый упор; 13 – толкатель; 14 – клапан-регулятор давления; 15, 16 – система каналов; 17 – полость гидрокомпенсатора; 18 – поршень; 19 – клапан; 20 – гидроцилиндр; 21, 22 – пружины сжатия

Рисунок 1.5 – Терморегулируемая теплица (Патент РФ № 1412656)

С наружной стороны светопрозрачного ограждения 1 размещена горизонтальная упругая скоба 8, нижняя полка которой установлена с возможностью вращения на вертикальной оси 9, имеющей на верхнем конце торцовый кулачок 10, а на верхней полке закреплены вертикальный парус 11 и регулируемый упор 12, размещенный напротив торцового кулачка 10 с зазором.

Нижний конец вертикальной оси 9 размещен с возможностью взаимодействия с толкателем 13 клапана-регулятора 14 давления, установленного в термогидравлическом приводе 4. Торцовый кулачок 10 вертикальной оси 9 имеет наклонную рабочую поверхность, а регулируемый упор 12 установлен эксцентрично относительно вертикальной оси 9. Гидросистема привода 4 содержит систему каналов 15 и 16, полость гидрокомпенсатора 17 с размещенным в ней поршнем 18, клапан 19. Поршень 5 со штоком 6 непосредственно размещены в гидроцилиндре 20. Поршни 5 и 18 подпружинены пружинами 21 и 22 сжатия. Термочувствительный наполнитель 7 помещен в среду эластичного наполнителя.

Устройство работает следующим образом.

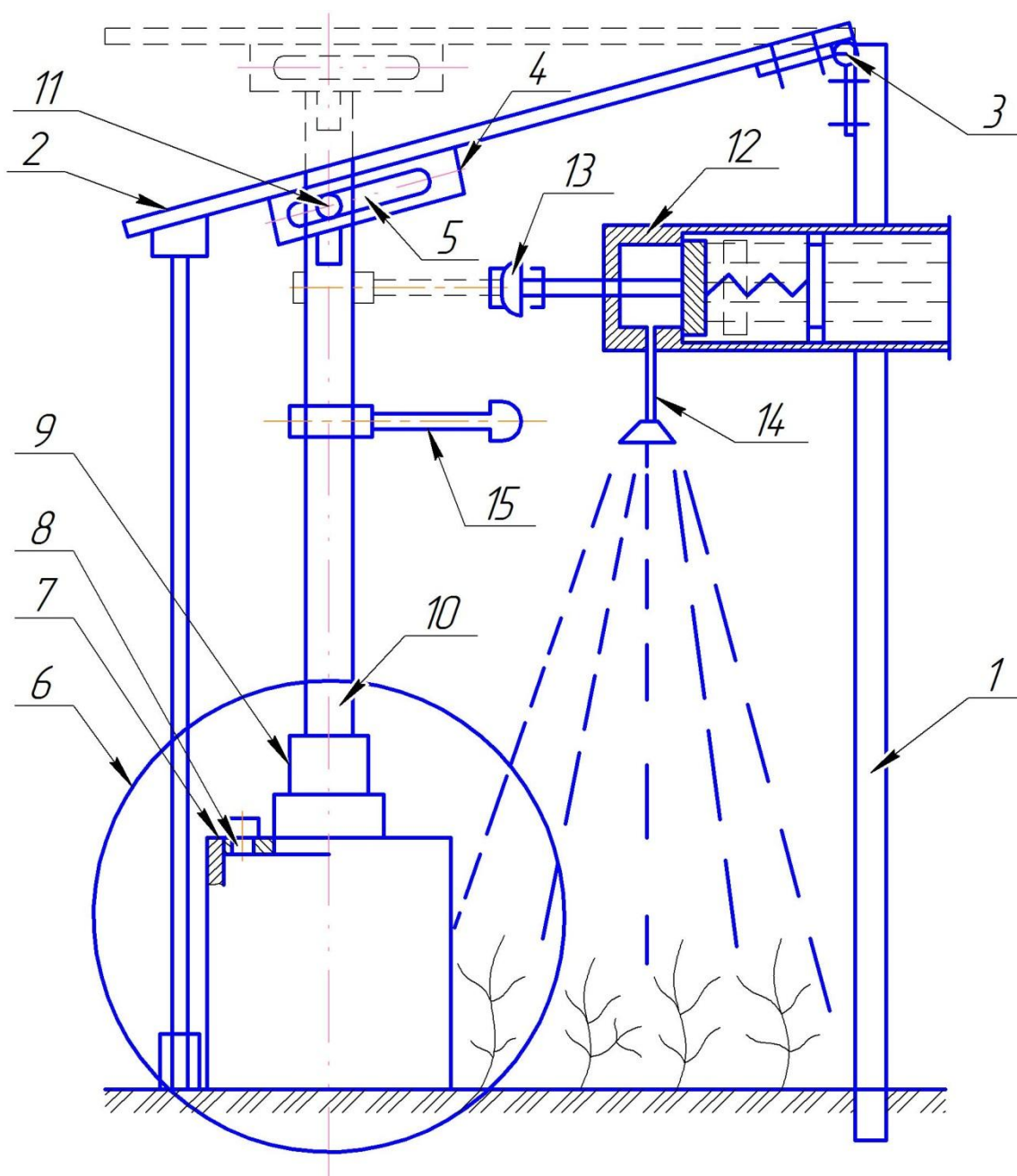
При незначительной скорости ветра усилие на парусе 11 недостаточно для упругого прогиба скобы 8 и зазор между регулируемым упором 12 и торцовым кулачком 10 сохраняется. В этом случае величина поворота оконной рамы 3 в сторону ее открывания или закрывания осуществляется только в зависимости соответственно от повышения или понижения температуры в теплице за счет изменения объемного расширения термочувствительного наполнителя 7. Так, например, с повышением температуры в теплице выше предусмотренной тепловым режимом жидкостью в термогидроприводе 4 при закрытом клапане 19, расширяясь, поступает по каналу 16 в полость 20, давит на правую сторону поршня 5 со штоком 6, и перемещает его влево, сжимая пружину 22 и открывая оконную раму 3. При этом вытесняемая с левой стороны поршня 5 жидкость по каналу 15 поступает в полость гидрокомпенсатора 17 низкого давления и перемещает поршень 18 влево, сжимая пружину 21. С понижением температуры ниже допустимого

уровня жидкость, уменьшаясь в объеме, из полости гидроцилиндра 20 с правой стороны поршня 5 со штоком 6 и из полости гидрокомпенсатора 17 через клапаны 19 и 14 поступает в полость термогидропривода⁴. Под действием пружины 22 сжатия и вследствие разрежения жидкости с правой стороны поршня 5 последний совместно со штоком 6 за счет усилия пружины 22 перемещается вправо и закрывает оконную раму 3. При неблагоприятном ветре, например, с северной стороны с направлением в оконную раму 3 ветровой парус 11 с упругой скобой 8 поворачивается в направлении ветра, ориентируя регулируемый упор 12 относительно торцового кулачка 10 в положение наименьшего зазора между ними.

С достижением силы ветра сверх допустимой нормы для данного направления упругая скоба 8, прогибаясь, нажимает упором 12 на торцовый кулачок 10, вертикальная ось 9 перемещает толкатель 13 вниз и открывает клапан-регулятор 14 давления, соединяя тем самым каналы 16 и 15 высокого и низкого давления. Вследствие этого шток 6 с поршнем 5 под действием пружины 22 сжатия перемещается вправо и вызывает частичное или полное закрывание оконной рамы 3. При этом вытесненная правой стороной поршня 5 жидкость поступает по каналу 16 в полость гидрокомпенсатора 17 с правой стороны. При изменении направления ветра, например, на противоположное, упругая скоба 8 также поворачивается в противоположном направлении, ориентируя регулируемый упор 12 относительно торцового кулачка 10 в положение со стороны большего зазора между ними. С достижением силы ветра больше нормативной для данного направления процесс закрывания рамы 3 осуществляется описанным выше образом.

Теплица содержит каркас 1 (рисунок 1.6) и раму 2 со светопроницаемым покрытием и гидроцилиндр. На гидроцилиндре установлена крышка. В ней подвижно размещен шток-поршень. В теплицу проведена труба 13 системы полива с нажимным пусковым клапаном 14. На штоке-поршне закреплен упор 16. При повышении температуры выше оптимальной легко расширяющаяся жидкость увеличивает объем и, оказывая давление на

нижнее основание штока-поршня, начинает перемещать его в вертикальном направлении. Рама 2 поворачивается, обеспечивая доступ воздуха внутрь теплицы. При перемещении штока-поршня упор 16 отжимает клапан 14. Вода из трубы 13 попадает в распылитель 15 и орошает растения. Орошение производится дважды: при открывании и закрывании рамы 2. Таким образом в теплице регулируется микроклимат.



1 – каркас; 2 – рама; 3 – шарнир; 4 – накладки; 5 – пазы; 6 – гидроцилиндр; 7 – крышка; 8 – отверстие; 9 – втулка; 10 – шток-поршень; 11 – уплотнения; 12 – оси; 13 – труба; 14 – клапан; 15 – распылитель; 16 – упор

Рисунок 1.6 – Система управления климатом в теплице (Патент РФ 1724087)

Теплица содержит каркас 1 и раму 2 со светопроницаемым покрытием. Рама 2 соединена с каркасом 1 шарниром 3. На внутренней стороне рамы 2 неподвижно установлены накладки 4, в которых выполнены пазы 5.

Теплица содержит также гидроцилиндр 6 с легкорасширяющейся жидкостью и крышку 7, в которой выполнено отверстие 8 для заливки. В крышке 7 установлены направляющая втулка 9 и шток поршень 10. Последний одним своим концом, на котором выполнены кольцевые уплотнения 11, установлен в управляющей втулке 9. Другой конец штока-поршня 10 снабжен осью 12, расположенной в пазах 5 накладок 4 с возможностью скольжения пазов 5 накладок 4 относительно оси 12 при вертикальном движении штока-поршня 10.

В теплицу проведена водопроводная труба 13 системы полива. Труба 13 снабжена нажимным пусковым клапаном 14 и распылителем 15, а шток-поршень 10 – упором 16 с возможностью его контакта с клапаном 14 при движении штока-поршня 10.

При оптимальной температуре внутри каркаса 1 рама 2 находится в опущенном положении, закрывая теплицу. Легкорасширяющаяся жидкость, залитая через отверстие 8, полностью заполняет гидроцилиндр 6.

При повышении температуры в теплице выше оптимальной легкорасширяющаяся жидкость, имея высокий коэффициент расширения, увеличивает свой объем и, оказывая давление на нижнее основание штока-поршня 10, начинает перемещать его в вертикальном направлении. При этом накладки 4 своими пазами 5 скользят по оси 12, которая перемещается в вертикальном направлении, и рама 2 поворачивается вокруг шарнира 3, обеспечивая доступ свежего воздуха внутрь теплицы.

Кольцевые уплотнения 11 обеспечивают надежную герметизацию гидроцилиндра 6 при увеличении объема жидкости и повышении давления в нем. При снижении температуры внутри теплицы до оптимальной легкорасширяющаяся жидкость уменьшается в объеме и рама 2 закрывается под собственным весом.

Автоматический подъем рамы 2 повторяется в зависимости от температурного режима теплицы и внешних погодных условий. Оптимальную температуру в теплице можно регулировать, увеличивая или уменьшая вес рамы или подпружинивая раму 2.

При перемещении штока-поршня 10 упор 16 достигает нажимного пускового клапана 14, отжимает его и затем проходит дальше. В момент контакта упора 16 с клапаном 14 вода из трубы 13 попадает в распылитель 15 и орошает выращиваемые в теплице растения. Длительность полива зависит от высоты упора 16 и скорости увеличения объема жидкости.

При снижении температуры до оптимальной шток-поршень 10 опускается. Вместе с ним опускается упор 16, который вновь отжимает клапан 14, и орошение повторяется. Таким образом, орошение производится дважды: при открывании и закрывании рамы 2.

1.3 Выводы

Исходя из анализа существующих систем управления микроклиматом теплиц, особое внимание стоит обратить на возможность периодического создания в теплице условий, близких к открытому грунту. Практика показывает, что защищенный грунт постепенно покидают микроорганизмы, а иногда и дождевые черви, что снижает урожайность грядок. Для восстановления исходных показателей верхнюю часть грунта глубиной в штык лопаты раз в 3-4 года заменяют новым. Но это не всегда помогает, и урожайность грунта все равно получается ниже первоначальной. Более эффективно снимать на холодное время года светопрозрачное покрытие крыши. Во-первых, за это время его можно очистить от осевшей за теплые месяцы грязи и восстановить оптические свойства. Во-вторых, ему не надо будет нести на себе снеговую нагрузку, которая постепенно приводит к деформации всего каркаса теплицы. В-третьих, вредные бактерии, накапливающиеся в тепличном микроклимате в результате пониженной интенсивности ультрафиолетовых лучей, не доживут до следующего сезона. И,

наконец, в-четвертых, естественные природные условия вернут грунту теплицы его первоначальные свойства и, как следствие, повысят урожайность.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение категории потребителей и характеристики окружающей среды помещений

По характеристике среды помещения бывают: нормальные, влажные, пыльные, химически агрессивные, взрыво- и пожароопасные. Это зависит от технологического процесса на предприятии.

В таблице 2.1 представлены данные категорий приемников и потребителей электроэнергии по бесперебойности электроснабжения и характеристика среды.

Таблица 2.1 - Определение категорий потребителей

№ п/п	Наименование объекта	Категория потребителя	Установленная мощность объекта, кВт
1	Проходная	III	25
2	Теплица	II	200
3	Блок вспомогательных помещений	III	50
4	Цех субстрата	III	120
5	Цех покровного материала	III	60
6	Цех измельчения соломы	III	85
7	Котельная	I	330
8	Пожарный резервуар	I	25
9	Склад готовой продукции	III	15
10	Ремонтно-механический цех	III	275
11	Автовесы	III	10
12	Гараж	III	40
13	Столовая	III	155
14	Цех вешенок	II, III	110
15	Упаковочный цех	II, III	45

16	Цех переработки отходов	II, III	140
17	Холодильник	I	100

2.2 Расчет электрических нагрузок по цехам и производственной базе

2.2.1. Определение расчетной нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса

Методика определения расчетной нагрузки:

1. Определяем расчетную активную и реактивную мощности цеха:

$$P_p = \kappa_c \cdot P_n = 0,4 \cdot 25 = 10 \text{ кВт},$$

$$Q_p = P_p \cdot \tan \phi = 10 \cdot 0,62 = 6,2 \text{ кВар}$$

2. Определяем номинальную мощность освещения и расчетную осветительную нагрузку цеха:

$$P_{н.о.} = P_{уд} \cdot F = 0,018 \cdot 36 = 0,648 \text{ кВт},$$

$$P_{р.о.} = P_{н.о.} \cdot \kappa_{с.о.} = 0,648 \cdot 1 = 0,648 \text{ кВт}$$

3. Определяем полную расчетную мощность цеха:

$$P_{p\Sigma} = P_p + P_{р.о.} = 10 + 0,647 = 10,65 \text{ кВт},$$

$$Q_{p\Sigma} = Q_p = 6,2 \text{ кВар}$$

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} = \sqrt{10,65^2 + 6,2^2} = 12,32 \text{ кВар}.$$

Расчет покажем на примере производственного корпуса, установленная мощность которого 250 кВт.

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{10,65^2 + 6,2^2} = 12,32 \text{ кВар}.$$

Для остальных цехов с нагрузкой до 1 кВт расчет аналогичный.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.2. Суммарные активная и реактивная мощности потребителей до 1 кВт по производственной базе определяются суммированием соответствующих нагрузок цехов.

2.2.2. Определение расчетной нагрузки в целом с учетом компенсирующих устройств и потер мощности в трансформаторах

Суммарные расчетные активные и реактивные нагрузки
производственной базы по результатам расчетов:

до 1кВ:

$$\sum P_p = 868,3 \text{ кВт};$$

$$\sum Q_p = 971,6 \text{ кВар}.$$

2.2.3. Определение потерь мощности в трансформаторах ТП

$$\Delta P_{цтп} = 0,02 \cdot S_{p\Sigma} = 0,02 \cdot 1312,98 = 26,25 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{цтп} = 0,1 \cdot S_{p\Sigma} = 0,1 \cdot 1312,98 = 131,3 \text{ кВар},$$

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{(\sum P_p + \sum P_{p.o})^2 + \sum Q_p^2} = \sqrt{(793,5 + 89,63)^2 + 971,6^2} = \\ = 1312,98 \text{ кВА}.$$

2.2.4. Определение расчетной нагрузки по всему предприятию

$$P_p = \sum P_p + \sum P_{p.o} + \Delta P_{цтп} = 793,5 + 74,82 + 26,25 = 894,57 \text{ кВт},$$

$$Q_p = \sum Q_p + \Delta Q_{цтп} = 971,6 + 131,3 = 1102,9 \text{ кВар}.$$

Таблица 2.2 - Расчет нагрузки

			Силовая нагрузка					Осветительная нагрузка				Расчетная нагрузка			
№п/п	Наименование цеха	Рном.	Kc	cosφ	Рр.	Qр.	F	Р _{усл}	Kc.о	cosφо	Рно	Рро	Рцех.	Qцех.	Scех.
		,кВт			,кВт	,кВАр	м ²	Вт/м ²			,кВт	кВт	,кВт	,кВАр	,кВА
1	Проходная	25	0,4	0,85	10	6,2	36	0,018	1	0,8	0,648	0,648	10,65	6,2	12,3
2	Теплица	200	0,4	0,7	80,00	81,6	1296	0,019	0,9	0,8	24,62	22,16	102,16	81,6	131
3	Блок вспом. помещений	50	0,25	0,6	12,50	16,66	872	0,005	0,6	0,9	4,36	2,616	15,12	16,66	22,5
4	Цех субстрата	120	0,25	0,6	30,00	40	1080	0,005	0,6	0,9	5,4	3,24	33,24	40	52
5	Цех покровного материала	60	0,4	0,9	24,00	11,6	360	0,017	0,9	0,9	6,12	5,508	29,51	11,6	31,7
6	Цех измельчения соломы	85	0,5	0,8	42,50	31,875	108	0,0015	1	0,9	0,162	0,162	42,66	31,875	53,3
7	Котельная	330	0,5	0,99	165,00	23,5	288	0,011	0,6	0,9	3,168	1,9	166,90	23,5	169
8	Пожарный резервуар	25	0,3	0,8	7,50	5,625	36	0,018	1	8	0,648	0,648	8,15	5,625	9,9
9	Склад готовой продукции	15	0,4	0,3	6,00	19,07	360	0,016	0,95	0,8	5,76	5,472	11,47	19,07	22,3
10	РМЦ	275	0,5	0,3	137,50	437,22	360	0,011	0,95	0,9	3,96	3,762	141,26	437,22	459
11	Автовесы	10	0,6	0,3	6,00	19,07	72	0,012	0,75	0,95	0,86	0,648	6,65	19,07	20,2
12	Гараж	40	0,2	0,7	8,00	8,16	432	0,011	0,6	0,95	4,75	2,85	10,85	8,16	13,6
13	Столовая	155	0,5	0,85	77,50	48,03	216	0,017	0,95	0,85	3,67	3,48	80,99	48,03	94,2
14	Цех вешенок	110	0,4	0,75	44,00	38,8	576	0,0135	0,95	0,8	7,776	7,38	51,39	38,8	64,4
15	Упаковочный цех	45	0,6	0,35	27,00	72,26	288	0,014	0,85	0,85	4,032	3,42	30,43	72,26	78,4
16	Цех переработки отходов	140	0,4	0,6	56,00	74,66	720	0,015	0,85	0,9	10,8	9,18	65,18	74,66	99,1
17	Холодильник	100	0,6	0,85	60,00	37,18	360	0,008	0,6	0,95	2,88	1,728	61,73	37,18	72,1

2.2.5. Определение потребной мощности компенсирующих устройств

Для выбора компенсирующего устройства (КУ) необходимо знать расчетную реактивную мощность КУ, тип компенсирующего устройства и напряжение КУ.

Расчетную реактивную мощность КУ можно определить из соотношения:

$$Q_{\text{кр}} = \alpha P_p (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_{\text{к}}),$$

где $Q_{\text{кр}}$ – расчетная мощность КУ, кВар;

P_p – расчетная активная мощность, кВт;

α – коэффициент, учитывающий повышение $\cos \varphi$ естественным способом, принимается $\alpha = 0,9$;

$\operatorname{tg} \varphi, \operatorname{tg} \varphi_{\text{к}}$ – коэффициенты реактивной мощности до и после компенсации.

Компенсиацию реактивной мощности по опыту эксплуатации производят до получения коэффициента мощности $\cos \varphi_{\text{к}} = 0,92 \dots 0,95$ ($\operatorname{tg} \varphi_{\text{к}} = 0,33 \dots 0,43$).

$$Q_{\text{кв}} = P_{\text{сг}} (\operatorname{tg} \varphi_{\text{н}} - \operatorname{tg} \varphi_{\text{з}}) = P_p \cdot \frac{T_{\text{МА}}}{T_{\text{Г}}} \cdot \left(\frac{Q_p}{P_p} - 0,33 \right),$$

где $T_{\text{МА}}$ – число часов использования максимальной нагрузки, которое для данного завода равно 3500 ч; $T_{\text{Г}}$ – годовое число часов работы предприятия, для 1 смены – 5500 ч.

$$Q_{\text{кв}} = 894,57 \cdot \frac{3500}{5500} \left(\frac{1102,57}{894,57} - 0,33 \right) = 508,8 \text{ кВар}.$$

2.2.6. Определение потерь мощности в компенсирующих устройствах

$$Q_p = Q_p - Q_{\text{кв}} = 1102,57 - 508,8 = 593,7 \text{ кВар},$$

$$\Delta P_{\text{кв}} = 0,002 \cdot Q_{\text{кв}} = 0,002 \cdot 508,8 = 1,02 \text{ кВт}.$$

2.2.7. Определение расчетной мощности предприятия с учетом потерь

$$P_p = P_p \cdot k_{\text{PM}} + \Delta P_{\text{кв}} = 894,57 \cdot 0,9 + 1,02 = 806,13 \text{ кВт},$$

$$Q_p = Q_p \cdot k_{\text{PM}} - Q_{\text{кв}} = 1102,9 \cdot 0,9 - 508,8 = 483,81 \text{ кВар},$$

где k_{PM} - коэффициент одновременности максимумов.

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}; S_p = \sqrt{806,13^2 + 483,81^2} = 940,17 \text{ кВар}$$

2.3. Построение картограммы электрических нагрузок

Картограмма представляет собой размещенные на генеральном плане цеха окружности (дуговые диаграммы), площадь которых соответствует в выбранном масштабе расчетным нагрузкам.

Картограмма даёт представление о распределении нагрузок цехов по территории предприятия. Считается, что электрические нагрузки в цехах расположены равномерно.

Радиус окружности рассчитывается по формуле:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{\Sigma i}}{m \cdot \pi}},$$

где r_i – радиус круга, м; P_{Σ} – расчётная мощность цеха, равная сумме силовой на 0,4 и 10 кВ и осветительной нагрузок; m – масштабный коэффициент, кВт/м².

$$r_i = \sqrt{\frac{685,606}{23 \cdot 3,14}} = 3 \text{ м.}$$

Далее производится определение угла сектора ω , показывающего, какую долю занимает высоковольтная, осветительная или низковольтная нагрузка в составе общей нагрузки цеха

$$\omega = \frac{360 \cdot P_j}{P_i};$$

где P_j – высоковольтная, осветительная или низковольтная нагрузка, кВт;

P_i – суммарная нагрузка цеха, кВт.

$$\omega = \frac{360 \cdot 25}{35,65} = 252,45^\circ$$

Углы секторов считаются в градусах, а радиусы картограмм в м. Результаты расчёта сводятся в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Данные для построения картограмм электрических нагрузок

№ по плану	Наименование цеха	Р _{мс} , кВт	Р _{мо} , кВт	Р _{мΣ} , кВт	г _и , м	ω _{мо} , град	ω _{0,4кВ} , град
1	Проходная	25	0,648	25,648	3	9,095	350,9
2	Теплица	200	24,62	224,62	7,4	39,458	320,54
3	Блок вспом. помещений	50	4,36	54,36	2,6	28,874	331,125
4	Цех субстрата	120	5,4	125,4	9	15,502	344,49
5	Цех покровного материала	60	6,12	66,12	7,1	33,321	326,678
6	Цех измельчения соломы	85	0,162	85,162	4,9	0,684	359,315
7	Котельная	330	3,168	333,168	7,9	3,423	356,576
8	Пожарный резервуар	25	0,648	25,648	4	9,095	350,9
9	Склад готовой продукции	15	5,76	20,76	6,9	99,88	260,115
10	РМЦ	275	3,96	278,96	78	5,11	354,889
11	Автовесы	10	0,864	10,864	3	28,63	331,369
12	Гараж	40	4,752	44,752	7,5	38,226	321,77
13	Столовая	155	3,672	158,672	6	8,331	351,668
14	Цех вешенок	110	7,776	117,776	6	23,768	336,231
15	Упаковочный цех	45	4,032	49,032	6,3	29,603	330,396
16	Цех переработки отходов	140	10,8	150,8	6	25,782	334,217
17	Холодильник	100	2,88	102,88	7,59	10,077	349,92

Расчёт производится по формулам

$$X_0 = \frac{\sum P_{Mi} \cdot x_i}{\sum P_{Mi}}, \quad Y_0 = \frac{\sum P_{Mi} \cdot y_i}{\sum P_{Mi}},$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу 2.4

Таблица 2.4 - Определение месторасположения активного ЦЭН

№ по	Наименование цеха	Р _{мΣ} , кВт	X, м	Y, м	Р _{мΣ} × X	Р _{мΣ} × Y
------	-------------------	-----------------------	------	------	---------------------	---------------------

плану		кВт		м		
1	Проходная	25,648	171	3	4385,808	76,944
2	Теплица	224,62	108	75	24258,96	16846,5
3	Блок вспомогательных помещений	54,36	146	75	7936,56	4077
4	Цех субстрата	125,4	27	30	3385,8	3762
5	Цех покровного материала	66,12	48	15	3173,76	991,8
6	Цех измельчения соломы	85,162	63	9	5365,206	766,458
7	Котельная	333,168	126	6	41979,17	1999,008
8	Пожарный резервуар	25,648	75	3	1923,6	76,944
9	Склад готовой продукции	20,76	135	48	2802,6	996,48
10	Ремонтно-механический цех	278,96	123	30	34312,08	8368,8
11	Автовесы	10,864	165	24	1792,56	260,736
12	Гараж	44,752	168	66	7518,336	2953,632
13	Столовая	158,672	93	6	14756,5	952,032
14	Цех вешенок	117,776	24	78	2826,624	9186,528
14	Упаковочный цех	49,032	60	48	2941,92	2353,536
16	Цех переработки отходов	150,8	6	30	904,8	4524
17	Холодильник	102,88	99	48	10185,12	4938,24
Итого		1874,622	6,068	3,53	170449,4	63130,64

$$X_0 = \frac{170449,4}{1874,622} = 90,9 м, Y_0 = \frac{63130,64}{1874,5} = 33,7 м.$$

2.4 Выбор местоположения трансформаторной подстанции

Наиболее удачным местом для размещения трансформаторной подстанции является центр электрических нагрузок, так как уменьшается длина кабельных линий до наиболее мощных потребителей. Поскольку для установки ТП в центре электрических нагрузок места недостаточно, переносим ТП на

свободное место по направлению к источнику питания. Расположение ТП на территории предприятия показано на генплане.

Центр электрических нагрузок определяется как некоторая постоянная точка на генплане предприятия. Определив условный центр электрических нагрузок, ТП смещаем в сторону питающей районной подстанции.

2.5 Определение типа, количество и мощности цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсирующих устройств

Ориентировочный выбор числа и мощности трансформаторных подстанций производится по удельной плотности нагрузок (σ):

$$\sigma = \frac{S_p}{F},$$

где S_p - расчетная нагрузка цеха, кВА; F - площадь цеха, м^2 .

Если плотность нагрузок $\sigma < 0,2$, то рекомендуется принимать трансформаторы до 1000 кВА.

Если $0,2 < \sigma < 0,3$ то трансформаторы должны быть 1600 кВА.

Если $\sigma > 0,3$ кВА/ м^2 , то трансформаторы рекомендуется принимать 1600-2500 кВА.

Методика определения числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций:

1. Определяем активную и реактивную мощности трансформаторной подстанции путем суммирования расчетных активных и реактивных мощностей цеха, где установлена ТП, и всех цехов, питаемых этой ТП.

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{pi}, Q_p = \sum_{i=1}^n Q_{pi}.$$

2. Определяем расчетную мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{KV} = P_p (tg \varphi_H - tg \varphi_3) = P_p \left(\frac{Q_p}{P_p} - tg \varphi_3 \right),$$

где $tg \varphi_3 = 0,33$, что соответствует $\cos \varphi = 0,95$

3. По справочнику выбирают стандартное значение мощности КУ и определяем не скомпенсированную мощность:

$$Q_p' = Q_p - N_{\text{кв}} \cdot Q_{\text{кв.ст}},$$

где $N_{\text{кв}}$ – количество компенсирующих устройств.

4. Определяем полную мощность трансформаторной подстанции:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p'^2}.$$

5. Выбираем мощность трансформаторов и проверяем ее по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах:

$$K_{\text{з.н.}} = \frac{S_p}{n \cdot S_{\text{ном.тр}}} \leq 0,7,$$

$$K_{\text{з.н.}} = \frac{S_p}{S_{\text{авар.тр}}} \leq 1,4.$$

Произведем расчет на примере двухтрансформаторной подстанции ТП-1, расположенной в цехе № 17. Она питает цеха №1-№17.

$$1) P_{\Sigma} = 868,33 \text{ кВт}.$$

$$Q_{\Sigma} = 971,606 \text{ кВар}.$$

$$2) Q_{\text{кв}} = 868,33 \left(\frac{971,606}{868,33} - 0,33 \right) = 685,06 \text{ кВар}.$$

$$3) Q_p' = 971,606 - 2 \cdot 120 = 731,606 \text{ кВар}.$$

$$S_p = \sqrt{868,33^2 + 731,606^2} = 1135,5 \text{ кВА}.$$

5) Выбираем трансформатор мощностью 750 кВ·А.

$$K_{\text{з.н.}} = \frac{1135,5}{2 \cdot 1000} = 0,56 \quad K_{\text{з.н.}} = \frac{984,36}{1000} = 1,2.$$

Вывод: выбранный трансформатор проходит по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах.

Для остальных трансформаторных подстанций проводим аналогичный расчет. Полученные данные заносятся в таблицы 1.5 и 1.6.

2.6 Распределение нагрузки по пунктам питания (ТП-10/0,4 кВ)

Распределение потребления электроэнергии напряжением до и выше 1 кВ между цеховыми трансформаторами подстанции показано в таблицах 2.5 и 2.6

на основании картограммы электрических нагрузок по принципу разукрупнения ТП.

Таблица 2.5 - Выбор количества и мощности трансформаторов с учетом компенсирующих устройств

№ ТП	Потребители э/энергии	Расчетная нагрузка		$Q_{\text{ку}}$, кВар	$N_{\text{ку}}$	$Q_{\text{ку.ст}}$, кВар	Полная нагрузка		$N_{\text{тр ан.}}$	$S_{\text{ном.тр}}$, кВА	$K_{\text{з.н}}$	$K_{\text{з.а в}}$
		P_p , кВт	Q_p , кВар				Q'_p , кВар	S_p , кВА				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТП-1	1-17	868,33	971,606	685	2	120	731,6	1135,5	2	1000	0,56	1,2

Таблица 2.6 - Распределение нагрузок по пунктам питания.

Наименование пункта питания	Потребители электроэнергии	Место расположения пункта питания по генплану	Примечание
ТП-1	Цех №1-17	Цех №17	2×ТМ-1000-10/0,4

2.7 Расчет и выбор электроустановок систем электрического освещения теплицы

2.7.1 Расчет внутреннего освещения теплицы

Для обеспечения нормальных условий труда необходимо осветить рабочие места.

Основная расчетная формула метода коэффициента использования светового потока и удельной мощности имеет вид:

$$\Phi_p = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot Z \cdot K}{N \cdot \eta}$$

где Φ_p — поток лампы в светильнике, лм; $E_{\min}$ — наименьшая нормируемая освещенность, лк; (принимается согласно СНиП II-A-9-71), $E_{\min}=200$; S — площадь помещения, м²; K — коэффициент запаса; N — число светильников; η — коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

Площадь теплицы(м²) определяется по формуле:

$$S = A \cdot B = 66 \cdot 102 = 6732 \text{ м}^2$$

где $A=66$ м (ширина), $B = 102$ м (длина).

Выбираем светильник ЖСП с высотой свеса $h_c=1,2$ м.

Определим расчетную высоту

$$h = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 1,2 = 3 \text{ м}$$

Индекс помещения, вычисляется по формуле:

$$i = \frac{S}{(A+B) \cdot h} = 13,36$$

Значение индекса помещения рекомендуется брать в пределах 0,5 ... 5. Если расчетные значения выходят за эти границы, то принимается соответственно 0,5-5.

L/h - относительное расстояние между светильниками, для выбранного типа арматуры ($L/h = 1,4$); L - рекомендуемое расстояние между светильниками вычисляется по найденному L/h и расчетной высоте h ($L = 1,4h=1,4 \cdot 3=4,2$); N - число светильников. Определяется по плану расположения светильников.

Определяется число светильников в ряду

$$n_A = 1 + \frac{A}{L_A} = 1 + \frac{102}{7} = 15 \text{ шт}$$

Определяем расстояние от стен до светильников

$$l_a = (A - L_A(n_A - 1))/2 = (102 - 7(15 - 1))/2 = 2 \text{ м}$$

Расстояние между рядами светильников

$$L_a = (A - 2 \cdot l_a) / (n_A - 1) = (102 - (2 \cdot 2)) / 14 = 7 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками в ряду

$$L_A = 7\text{м}$$

Определяем общее число светильников по формуле

$$N = m \cdot n = 8 \cdot 15 + 7 = 127\text{шт}$$

Определим расчетный световой поток лампы светильника (лм):

$$\Phi = \frac{200 \cdot 6732 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{127 \cdot 0,73} = 26721,8 \text{ лм}$$

Выбираем лампы ДНаТ со световым потоком лампы $\Phi'_n = 27000$ лм и мощностью $P_l = 250$ Вт.

Действительная освещенность теплицы находим по формуле:

$$E_{\partial} = E_{\min} \cdot Z \cdot \frac{\Phi'_{\partial}}{\Phi_p} = 200 \cdot 1,15 \cdot \frac{27000}{26721,8} = 232 \text{ лм}$$

где Φ'_{∂} - действительный световой поток для выбранного типа и мощности лампы, отличается от $E_{\min}$ на 16%.

2.7.2 Электротехнический расчет

Схема питания осветительной установки состоит из питающих и групповых линий. Питающие линии выполняются трехфазными, а групповые в зависимости от нагрузки и протяженности бывают как однофазными, так и трехфазными.

Сечение проводников осветительной сети определяется по допустимой потере напряжения.

Сечение проводника, мм²:

$$S = \frac{\sum M + \alpha \cdot \sum m}{c \cdot \Delta U_{\partial on}},$$

где $\sum M$ – сумма моментов рассчитываемого и всех последующих по направлению оттока энергии участков с тем же числом проводов в линии, что и рассчитываемый участок, кВт·м, $\sum m$ – сумма моментов всех ответвлений, питаемых через рассчитываемый участок, о.е., $\alpha = 1,83$ при трехфазной системе

сети с нулевым проводником и однофазном ответвлении C –коэффициент, зависящий от системы, рода тока, материала проводника, о.е., с $C=46$ для алюминиевых проводов при трехфазной системе сети с нулевым проводом, $C=7,4$ для алюминиевых проводов при однофазной двухпроводной системе сети; $\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимая потеря напряжения осветительной сети, % равная 4,5 при $\cos\varphi_{\text{осв}}=0,91$.

Момент нагрузки i – того участка сети, кВт·м,

$$m_i = P_i \cdot L_i,$$

где P_i – мощность i -го участка сети, кВт; L_i – длина i -го участка сети, м.

В случае равномерно распределенной нагрузки усредняем точку приложения момента нагрузки тогда $L_i = l_1 + l_2/2$, где l_1 – расстояние от щитка до первого светильника, l_2 – расстояние от первого светильника до последнего.

Для питающей и групповой сети выбирается кабель марки АВВГ, проложенный по стенам. Пример расчета приводится для линии ТП-ОЩВ.

С учетом пускорегулирующей аппаратуры:

$$P_{2-3} = P_{\text{л}} \cdot n \cdot k = 0,4 \cdot 8 \cdot 1,2 = 3,84 \text{ кВт},$$

где n – число ламп в приведенной линии, шт.; $P_{\text{л}}$ – мощность лампы, кВт; k – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры.

$$m_{2-8} = P_i \cdot L_i = 8 \cdot 0,4 \cdot (20 + 49/2) = 170,88 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{2-4} = P_i \cdot L_i = 8 \cdot 0,4 \cdot (14 + 49/2) = 147,84 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{2-4} = P_i \cdot L_i = 8 \cdot 0,4 \cdot (10 + 49/2) = 132,48 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{2-4} = P_i \cdot L_i = 7 \cdot 0,4 \cdot (6 + 42/2) = 75,6 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_{2-9} = P_i \cdot L_i = (7 \cdot 0,4 + 6 \cdot 0,04)(9 + 58/2) = 115,52 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{1-2} = P_i \cdot L_i \cdot \kappa = 0,4 \cdot 1,2 \cdot 38 \cdot 35 = 646,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Сумма моментов, кВт·м:

$$\sum m = 642,3 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$\sum M = 646,8 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Сечение проводника, мм²:

$$S_{1-2} = \frac{\sum M + \alpha \cdot \sum m}{c \cdot \Delta U_{don}} = \frac{646,8 + 1,83 \cdot 642,3}{44 \cdot 4} = 10,4 \text{ мм}^2.$$

Полученное значение округляется до ближайшего стандартного $S_{1-2} = 10 \text{ мм}^2$. Выбирается кабель АВВГ 4х10.

2.7.3 Расчет компенсирующего устройства

Общая мощность освещения $P_{\text{л}} = 14 \text{ кВт}$ (с учетом потерь в ПРА), $\cos \varphi = 0,5$, $\text{tg} \varphi = 1,73$, питание осуществляется трехфазной четырехпроводной линией. Фазное напряжение сети $U_{\text{ф}} = 0,22 \text{ кВ}$ Загрузка фаз равномерная.

Определяем мощность компенсирующего устройства

При неисправленном коэффициенте мощности:

Реактивная мощность

$$Q_1 = P_{\text{л}} \cdot \text{tg} \varphi_1 = 14 \cdot 1,73 = 24,22 \text{ квар.}$$

Полная мощность

$$S_1 = \sqrt{P_{\text{л}}^2 + Q^2} = \sqrt{14^2 + 24,22^2} = 27,98 \text{ кВА.}$$

Находим ток групповой линии, но так как за ОЦВ три отходящие линии с равномерно распределенной нагрузкой, то мощность делится на три:

$$I_{\text{л}} = \frac{S_1}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}} = \frac{27,98}{1,97} = 40 \text{ А.}$$

Коэффициент мощности установки

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_{\text{л}}}{S_1} = \frac{14}{40} = 0,35.$$

Необходима мощность конденсатора, устанавливаемого в начале групповой линии, для повышения коэффициента мощности от $\cos \varphi_1 = 0,5$ ($\text{tg} \varphi_1 = 1,73$) до значения $\cos \varphi_2$, близкого к 0,95 ($\text{tg} \varphi_1 = 0,33$).

$$Q_{\text{к}} = P(\text{tg} \varphi_1 - \text{tg} \varphi_2) = 14 (1,73 - 0,33) = 19,6 \text{ квар.}$$

Ориентируясь на выпускаемые промышленностью аппараты, принимаем мощность конденсатора равной 18 квар.

При исправленном коэффициенте мощности $\cos \varphi_2$:

- реактивная мощность

1-2	537	549,4	4,5	46	7,5	10	23,15	24,8	0,16	ABBГ 3х2,5
2-3	75,6	-	4,34	7,7	2,2	2,5	4,4	17,5	0,16	ABBГ 3х2,5
3-5	7,56	-	3,95	7,7	0,25	2,5	0,2	17,5	0,4	ABBГ 3х2,5
Аварийное освещение										
6-8	54,6	-	3,9	7,7	1,87	2,5	1,26	17,5	2,8	ABBГ 3х1,5

2.7.4 Выбор автоматических выключателей

По расчетным токам для защиты группы светильников щита ОЩВ-12АУХЛ4, выбираем трехполюсный автоматический выключатель серии А3161, условия выбора:

$$I_{\text{ном}}^a \geq I_{\text{р.ном}}^a,$$

где $I_{\text{р.ном}}^a$ – расчетный номинальный ток для автоматического выключателя, $I_{\text{ном}}^a$ – номинальный ток автоматического выключателя по справочным данным:

$$I_{\text{р.ном}}^a = I_{\text{max}} \cdot K = 29 \cdot 1,1 = 31,9 \text{ А},$$

где K – поправочный коэффициент, учитывающий пусковые токи $K=1,1$; I_{max} – наибольший суммарный ток группы электроприемников в номинальном режиме.

Окончательно выбираем автоматический выключатель ВА 3161 с номинальным током $I_{\text{ном}}^a = 40 \text{ А}$.

По остальным отделениям расчет аналогичен. Результаты расчетов сведем в таблице 3.3.

Таблица 2.8

Место установки	Тип выключателя	$I_{\text{ном}}, \text{ А}$	$I_{\text{р. ном}}, \text{ А}$	Место установки
-----------------	-----------------	-----------------------------	--------------------------------	-----------------

ОЩВ-12АУХЛ4	A3161	40	31	на стене
ОЩВ-12АУХЛ4	A3161	13	9	на стене

2.8 Выводы по разделу

При отсутствии электроэнергии работать в теплице сложно. Дополнительное электроосвещение не позволяет удлинить световой день, что важно для растений зимой, оно позволяет работать в теплице в вечернее время.

Если теплица стоит отдельно, то заниматься электропроводкой должен электрик. Он обязан правильно подвести кабель к теплице, а после окончания работ записать все данные о месторасположении и глубине прокладываемого кабеля, чтобы в последствии, если изменится планировка участка, знать, где он расположен. Неправильно сделанная проводка в условиях влажного микроклимата теплицы может стать причиной несчастного случая. После проведения кабеля в теплице устанавливают щиток, к которому он будет подсоединен. К этому же щитку нужно подключить все электрооборудование теплицы. Здесь же должны находиться розетки с плавкими предохранителями. Все розетки должны быть снабжены рубильником, чтобы можно было обесточить теплицу одним поворотом выключателя. Все осветительные приборы должны быть устойчивыми к условиям повышенной влажности. Обычные пластмассовые тепсельные вилки здесь не пригодны.

Многие овощные культуры очень чувствительны к продолжительности светового дня. Если его изменять соответствующим образом, можно получить урожай в более ранние сроки. Увеличить продолжительность светового дня можно с помощью специальных рамок с трубчатыми лампами. Однако нужно помнить, что излишняя освещенность и слишком большая продолжительность светового дня отрицательно воздействуют на растения, режим их роста нарушается, и они погибают. Чтобы этого не случилось,

лучше всего применять ртутные лампы высокого давления, световые лучи которых напоминают солнечные и хорошо сказываются на росте растений.

Применяют и другие лампы, а также приборы. И опять же нужно помнить, что влажная атмосфера теплицы в короткое время приводит их в негодность, и они могут стать опасными для жизни. Применяя электричество в теплицах, нужно быть очень осторожным.

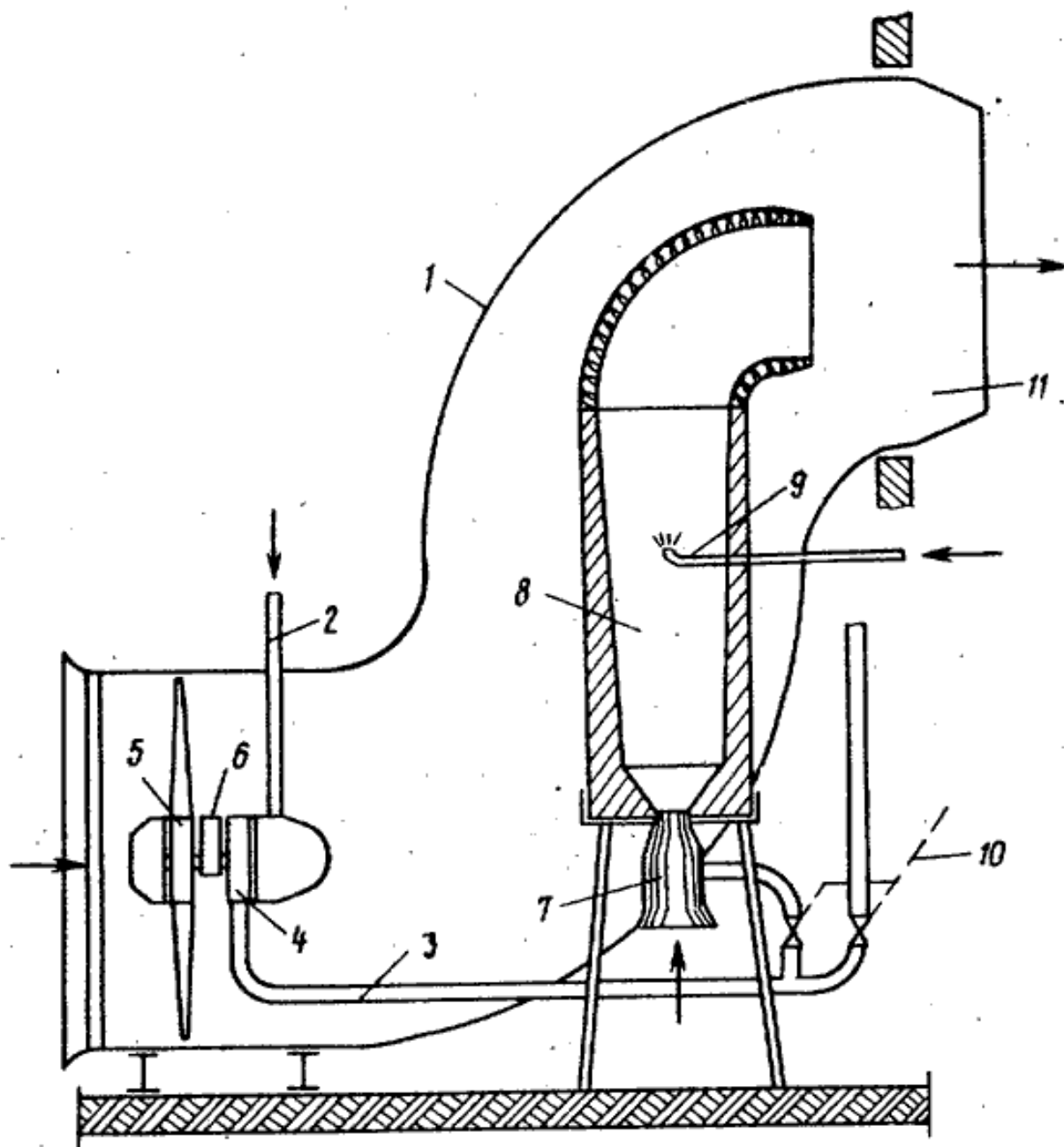
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Выбор, обоснование и описание новой конструкции системы управления микроклиматом в теплице.

Устройство относится к оборудованию теплиц для поддержания в них заданных параметров микроклимата и обеспечения других технологических процессов.

Известна установка для создания микроклимата в теплице включающая топочную камеру, теплообменник, теплоизолированный газопровод, камеру увлажнения и эжектор для рециркуляционного и вентиляционного воздуха. Такая система включает большое количество рабочих и регулирующих элементов, сложна в эксплуатации, требует для этого электрической энергии (для вентилятора, насоса). Скорость подготовительного воздуха при выходе из эжектора не достаточна для его распределения по объему теплиц.

Известно устройство для создания микроклимата теплиц, включающее тепловую установку, форсунку, распределительный насадок, вентилятор. Однако известная система не позволяет поддерживать постоянную концентрацию CO_2 , так как в режимном отношении она приводит к постоянному росту концентрации CO_2 , для избежания чего необходимо устроить дополнительную систему вентиляции, совмещенную с отоплением. Оборудование высоких параметров, а также система доувлажнения через отдельные форсунки в помещении теплицы усложняют изготовление и эксплуатацию системы в целом, а также удорожает ее. Кроме того, для пуска системы необходима посторонняя энергия.



Главная цель – обеспечить возможность непосредственного поддержания постоянной концентрации CO_2 в теплице при переменной тепловой нагрузке и упрощение конструкции.

1 – корпус, 2, 3 – газопроводы, 4 – микротурбина, 5 – вентилятор, 6 – редуктор, 7 – турбогорелка, 8 – топочная камера, 9 – форсунка, 10 – устройство для продувки системы газопроводов и пуска турбогорелки, 11 – распределительный насадок.

Рисунок 3.1 Установка для создания микроклимата теплиц

Поставленная цель достигается тем, что устройство снабжено корпусом, причем тепловая установка встроена в корпус и выполнена в виде турбогорелки, соединенной через газопроводы с топочной камерой и с подключенной к источнику горячего газа микротурбиной, при этом в топочной камере установлена форсунка для воды а вентилятор смонтирован на валу микротурбины.

Устройство содержит корпус 1, газопроводы 2 и 3, микротурбину 4, соединенную с вентилятором 5 через редуктор 6, турбогорелку. 7, топочную камеру 8 с форсункой 9 для воды, устройство 10 для продувки системы газопроводов и пуска турбогорелки и распределительный насадок 11.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

По газопроводу 2 поступает природный газ абсолютного давления до 0,4 МПа в количестве, необходимом для покрытия тепловых потерь теплицы, т.е. в зависимости от температуры наружного воздуха. Потенциальная энергия этого газа используется в микротурбине 4, крутящий момент которой через редуктор 6 передается вентилятору 5. Отношение расходов газа и воздуха при переменном расходе газа остается постоянным и принимается в зависимости от необходимой концентрации СО в теплице. Отработавший в микротурбине 4 газ по газопроводу 3 поступает в турбогорелку 7, где для подготовки и перемещения газовой смеси используется остаток потенциальной энергии газа.

В топочной камере 8 газ сжигается коротким факелом, в конце которого через форсунку 9 впрыскивается вода в количестве, необходимом для обеспечения влажности подаваемого в теплицу воздуха, т.е. в зависимости от влажности наружного воздуха. Перед выходом через распределительный насадок 11 в теплицу увлажненные продукты сгорания перемешиваются в

воздухе, подаваемом вентилятором 5. При начальном пуске установки используется устройство 10 для продувки системы газопроводов 2 и 3 и пуска турбогорелки 7.

С помощью предлагаемого устройства обеспечиваются постоянные параметры микроклимата теплицы (концентрацию CO_2 , температуру и влажность) при переменных параметрах наружного воздуха (температуры и влажности), используя для этой цели только потенциальную и химическую энергию сжигаемого природного газа. Установка не требует электрической энергии, а ее режимное регулирование осуществляется только расходом газа и воды в зависимости от наружных параметров воздуха. Конструктивно проста система централизованного увлажнения распылом воды в продукты сгорания по сравнению с форсуночными камерами или системами доувлажнения в помещении теплицы.

На сегодняшний день, важным направлением является автоматизация процессов. Для этого мы можем оснастить нашу конструкцию электромагнитным клапаном, датчиками температуры и влажности, и блоком управления. Когда температура в теплице будет ниже нормы, сигнал с датчика поступит на блок управления, а он в свою очередь подаст сигнал на электромагнитный клапан, который откроет доступ газа. Если влажность воздуха будет мала, то сигнал с датчика влажности подаст команду блоку управления для подачи воды через форсунку. Тем самым будет регулироваться влажность в теплице.

3.2. Конструкторские расчёты

3.2.1. Расчёт сварных соединений

Два листа из стали марки ВСт3п.с6 сечением 1000 x 8 мм и 1000 x 6 мм соединены прямым сварным швом встык ручной сваркой электродами Э 42А с визуальным способом контроля качества шва. Требуется рассчитать сварное соединение, при действии расчетного осевого растягивающего усилия $N = 400$ Н. Стык принадлежит растяжке.

1. Определяем расчетное сопротивление шва. Согласно таблицы 3.2 стыковой шов, работающий на растяжение при ручной сварке и визуальном контроле качества рассчитывают по пределу текучести:

$$R_{ay} = 0,85R_y.$$

Согласно ГОСТ 27772–88 марка стали ВСт п.сб соответствует марке С–245 с расчетным сопротивлением по пределу текучести $R_y = 240$ МПа.

Следовательно, для рассчитываемого стыка:

$$R_{ay} = 0,85, \text{ а } R_y = 0,85 \times 240 = 204 \text{ МПа.}$$

2. Определяем расчетные размеры шва по конструктивным требованиям:

$$\text{– толщина шва – } t = t_{\min} = 6 \text{ мм} = 0,006 \text{ м};$$

$$\text{– длина шва } l_w = l - 2t = 1,00 - 2 \times 0,006 = 0,988 \text{ м.}$$

3. Проверяем прочность шва по формуле (1.1): γ_c – коэффициент условий работы определяется по табл. 5 приложения – $\gamma_c = 0,9$.

$$\frac{N}{tl_w} = \frac{400 \cdot 10^{-3}}{0,006 \cdot 0,988} = 67,476 \text{ МПа,}$$

$$R_{wy\gamma_c} = 204 \times 0,9 = 183,6 \text{ МПа,}$$

$$67,476 \leq 183,6 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

Вывод: стык с толщиной шва $t = 0,006$ м и длиной шва $l_w = 0,988$ м пригоден к эксплуатации при соответствующем качестве сварки.

3.2.2 Расчёт болтовых соединений

Заклепки и болты по плоскостям сопряжений элементов “работают” на срез, по боковым поверхностям – на смятие соединяемых элементов, а при продольной силе, приложенной вдоль стержня заклепки или болта – на растяжение. Соединение рассчитывают по формулам прочности из условий первой группы.

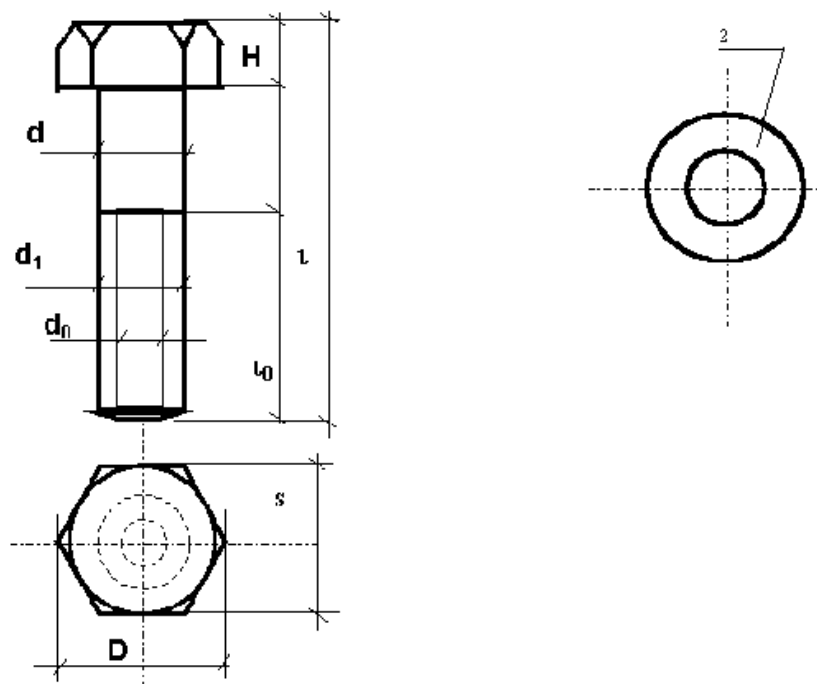


Рисунок 3.1. – Детали к соединению на болтах

Два элемента конструкции, нагруженные расчетной нагрузкой $N_b=300$ Н, соединяются при помощи болтов $d=42$ мм по схеме «встык» с накладками.

Расчетные сопротивления для материала соединения:

растяжению $R_{bt} = 200$ Па;

срезу $R_{bs} = 150$ Па;

смятию $R_{bp} = 450$ Па.

Коэффициент условий работы болта $\gamma_b=0,9$.

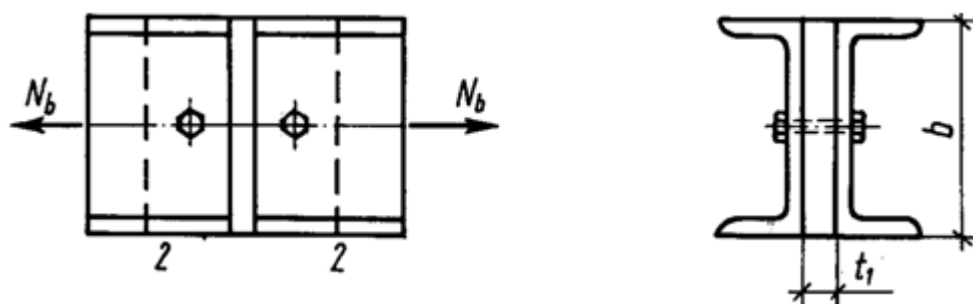


Рисунок 3.2. – Болтовое соединение.

Расчёт:

1) для элемента 2 определяем номер прокатного профиля:

Из условия прочности на растяжение определяем необходимую площадь элемента:

$$A_{nt} = \frac{N_b}{R_b \cdot \gamma_b} = \frac{300 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 16,7 \text{ см}^2$$

Следует учесть, что расчетная нагрузка воспринимается двумя швеллерами и площадь сечения уменьшается за счет отверстий под болты для прокатных профилей примерно на 10%, тогда получаем расчетную площадь:

$$A_{nt} = \frac{16,7}{2} \cdot 1,1 = 9,2 \text{ см}^2$$

По сортаменту выбираем швеллер № 10 с площадью поперечного сечения $A_{nt} = 10,9 \text{ см}^2$ и толщиной стенки $t = 4,5 \text{ мм}$.

2) определяем толщину накладки t_1 : для этого расчетную площадь увеличиваем на 20% $A_{nt} = 16,7 \cdot 1,2 = 20,04 \text{ см}^2$, $A_{nt} = h \cdot t_1 = 10 \cdot t_1$ (высота сечения совпадает с высотой швеллера), тогда $t_1 = \frac{A_{nt}}{10} = 2 \text{ см}$;

3) определяем количество болтов диаметром d из условий прочности:

а) на срез (в данном соединении болты срезаются в двух плоскостях):

$$n = \frac{N_b}{R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot n_s} = \frac{300 \cdot 10^3}{150 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot \frac{3,14 \cdot 42^2}{4} \cdot 10^{-6}} = 0,8 \text{ шт}$$

б) на смятие:
$$n = \frac{N_b}{R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t} = \frac{300 \cdot 10^3}{450 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 42 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^{-3}} = 1,96 \text{ шт}$$

Здесь за величину $\sum t$ принимаем наименьшую толщину либо двух швеллеров ($\sum t = 2t = 2 \cdot 4,5 = 9 \text{ мм}$), либо накладки ($\sum t = t_1 = 20 \text{ мм}$). Принимаем по два болта с каждой стороны стыка.

4) проверяем прочность элемента 2 и накладок, учитывая наличие отверстий под болты:

а) площадь поперечного сечения швеллеров (элементов 2):

$$A_{nt} = 2(A_{шв} - dt) = 2(10,9 - 4,2 \cdot 0,45) = 18,02 \text{ см}^2$$

$$\sigma = \frac{N_b}{A_{nt}} = \frac{300 \cdot 10^3}{18,02 \cdot 10^{-4}} = 166,5 \text{ МПа} \leq R_{bt} \gamma_b = 200 \cdot 0,9 = 180 \text{ МПа}$$

Прочность обеспечена.

3.3 Экономическое обоснование сконструированной теплицы

Создание микроклимата в тепличном помещении невозможно без создания вентиляционной системы. Поэтому считаю необходимым рассчитать экономическую составляющую системы управления микроклиматом, которая участвует при создании приемлемого микроклимата в теплице.

3.3.1 Расчёт массы и стоимости конструкции системы управления микроклиматом теплицы.

Для определения массы конструкции используется формула:

$$G = (G_K + G_{\Gamma})k, \quad (3.1)$$

где G_K – масса сконструированных деталей, кг;

G – масса конструкции, кг;

k – коэффициент, учитывающий массу израсходованных на изготовление конструкции материалов.

G_{Γ} – масса готовых деталей, кг, $G_{\Gamma} = 15$;

Расчетная масса деталей, узлов и агрегатов, спроектированных в дипломной работе отображена в таблице 3.4 «Расчёт массы проектированных деталей»

Таблица 3.1 – Расчёт массы спроектированных деталей

Наименование детали	Плотность изделия, кг/см ³	Масса изделия, кг	Объём изделия, см ³
Труба	0,002	1,5	750
Отвод	0,002	1,8	900
Отвод центральный	0,002	3	1000
Топочная камера	0,002	4	515

Формула для определения массы сконструированных деталей :

$$G = G_{\text{ш}} + G_{\text{кр}} + G_{\text{п}} + G_{\text{к}} \quad (3.2)$$

где $G_{\text{ш}}$ – масса трубы, кг;

$G_{\text{п}}$ – масса отвода, кг;

$G_{\text{кр}}$ – масса отвода центрального, кг;

$G_{\text{к}}$ – масса топочной камеры, кг;

Учитывая, что

$$G_{\text{ш}}=1,5, G_{\text{кр}}=1,8, G_{\text{п}}= 3, G_{\text{к}}=4$$

определяем значения масс:

$$G_{\text{к}} = 1,5 + 1,8 + 3 + 4 = 10,3 \text{ кг}$$

$$G = (10,3 + 15)1,05 = 26,6 \text{ кг}$$

Для расчета балансовой стоимости новейшей конструкции по сопоставимости массы применяем формулу:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.3)$$

где $C_{\delta}, C_{\delta 1}$ – балансовая стоимость старой детали, руб.;

$G_0; G_1$ – масса старой и новой конструкции, кг;

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения такие как

$$G_1=26,6 \text{ кг}, G_0=37,3 \text{ кг}; \delta =0,9 \dots 0,95, C_{\delta 0}=15000 \text{ руб.}$$

получаем:

$$C_{\delta 1} = \frac{15000 \cdot 26.6 \cdot 0.92}{37,3} = 9841,3 \text{ руб}$$

3.3.2. Расчёт показателей эффективности новой конструкции и их сравнение со старой

Часовая производительность оборудованной системы определяется из по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \varphi \sqrt{\frac{2P_{\text{вак}}}{\rho}}, \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (3.4)$$

где D – диаметр гидроцилиндра, м;

φ – коэффициент, $\varphi=0,98 - 0,99$;

$P_{\text{вак}} = 0,9$;

ρ – плотность жидкости, кг/м^3 , при $t_e = 20^\circ\text{C}$, $\rho = 1,18 \text{ кг/м}^3$.

$$W_{\text{ч1}} = \frac{3,14 \cdot 7,93^2}{4} \cdot 0,98 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9}{1,18}} = 58 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{\text{ч0}} = \frac{3,14 \cdot 6,24^2}{4} \cdot 0,98 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9}{1,18}} = 41 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_t}{W_r}, \quad (3.5)$$

где N_t – мощность потребления, кВт;

W_r – производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Учитывая, что $N_e=2,2$, находим:

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{2,2}{41} = 0,054 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}^3}$$

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{2,2}{58} = 0,038 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$$

Для расчета металлоёмкости процесса используем формулу:

$$M = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{с}}}, \quad (3.6)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – загрузка машины;

$T_{\text{с}}$ – срок работы машин, лет.

Учитывая, что $T_{\text{с}}=2$ лет, $T_{\text{год}}=5880$ ч., $G_0=37,3$ кг; $W_0=41 \text{ м}^3/\text{ч}$; $G_1=26,6$ кг;

$W_1=58 \text{ м}^3/\text{ч}$; находим:

$$M_0 = \frac{37,3}{41 \cdot 5880 \cdot 2} = 0,000077 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$M_1 = \frac{26,6}{58 \cdot 5880 \cdot 2} = 0,000039 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Фондоёмкость процесса устанавливается по формуле:

$$F = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} T_{\text{сл}}}, (3.7)$$

где C_6 – балансовая совместимость устройства, руб.;

Применяя расчеты, что $C_{61}=9841,3$ руб., $C_{60}=15000$ руб., определяем:

$$F_0 = \frac{15000}{41 \cdot 5880 \cdot 2} = 0,031 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$F_1 = \frac{9841,3}{58 \cdot 5880 \cdot 2} = 0,014 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

Себестоимости старого и нового варианта определяем:

$$S = C_{\text{з.п.}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, (3.8)$$

где $C_{\text{з.п.}}$ – затраты на зарплату, руб./л;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электричество, руб/л;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и ТО конструкции, руб;

A – амортизационный отчисления, руб/л;

$$C_{\text{з.п.}} = z \cdot T_e \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{сс}}, (3.9)$$

где $z_{\text{ч}}$ – часовая ставка, руб;

$T_{\text{е}}$ – трудоёмкость, чел/литр.

$$T_e = \frac{P_p}{W_r}, (3.10)$$

$$T_{eo} = \frac{1}{41} = 0,024 \text{ч} / \text{м}^3,$$

$$T_{el} = \frac{1}{58} = 0,017 \text{ч} / \text{м}^3,$$

$$C_{\text{з.п}0} = 37,3 \cdot 0,024 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 1,577 \text{руб} / \text{м}^3,$$

$$C_{\text{з.п}1} = 37,3 \cdot 0,017 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 1,117 \text{руб} / \text{м}^3.$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_c, (3.11)$$

где $C_{\text{э}}$ – розничная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

Θ_c – мощность потребления, кВт·ч.

Зная, что $\Pi_0=2,88$ руб./кВт·ч, $\Theta_{c0}=0,054$ кВт·ч; $\Theta_{c1}=0,038$ кВт·ч, находим:

$$C_{c0} = 2,88 \cdot 0,054 = 0,155 \text{ руб} / \text{м}^3,$$

$$C_{c1} = 2,88 \cdot 0,038 = 0,109 \text{ руб} / \text{м}^3.$$

Затраты на ремонт и техобслуживание конструкции устанавливается по формуле:

$$C_{p\text{то}} = \frac{C_{\bar{b}} \cdot H_{p\text{то}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.12)$$

где $H_{p\text{то}}$ —общая норма затрат на РТО, %.

$$C_{p\text{то}0} = \frac{15000 \cdot 19,8}{100 \cdot 41 \cdot 5880} = 0,012 \text{ руб} / \text{м}^3$$

$$C_{p\text{то}1} = \frac{9841,3 \cdot 19,8}{100 \cdot 58 \cdot 5880} = 0,006 \text{ руб} / \text{м}^3$$

Рассчитываю амортизационные отчисления, используя формулу :

$$A = \frac{C_{\bar{b}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.13)$$

где a – норма амортизации, %.

Применяя нормативные показатели, что $a_{0,1}=18$, высчитываем

$$A_0 = \frac{15000 \cdot 18}{100 \cdot 41 \cdot 5880} = 0,011 \text{ руб} / \text{м}^3$$

$$A_1 = \frac{9841,3 \cdot 18}{100 \cdot 58 \cdot 5880} = 0,005 \text{ руб} / \text{м}^3$$

$$S_0 = 2,2 + 0,109 + 0,012 + 0,011 = 2,33 \text{ руб} / \text{м}^3,$$

$$S_1 = 1,65 + 0,081 + 0,006 + 0,005 = 1,74 \text{ руб} / \text{м}$$

Необходимые затраты на работу конструкции устанавливают по формуле:

$$C_{np} = S + E_n \cdot \kappa = S + E_n \cdot F_t, \quad (3.14)$$

где E_n —коэффициент эффективности капитальных инвестиций;

κ – удельные капитальные инвестиции или фондоемкость.

учитывая, что $E_n=0,15$, высчитываем:

$$C_{\text{прив0}} = 2,6 + 0,15 \cdot 0,031 = 2,605 \text{руб/м}^3$$

$$C_{\text{прив1}} = 1,87 + 0,15 \cdot 0,014 = 1,872 \text{руб/м}^3$$

Годовая экономия устанавливается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, (3.15)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка, ч.

Зная, что $T_{\text{год}}=1350$, высчитываем:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (2,6 - 1,87) \cdot 58 \cdot 5880 = 24895,9 \text{руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (2,605 - 1,872) \cdot 58 \cdot 5880 = 24998,9 \text{руб} (3.16)$$

По формуле определяем срок окупаемости вложений в основные фонды:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, (3.17)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{9841,3}{24895,9} = 0,39 \text{лет}$$

Коэффициент эффективности вложений в капитал(фонды) рассчитываем по формуле:

$$E_{\text{ф}} = \frac{1}{0,39} = 2,56 (3.18)$$

Таблица 3.2 – Сравнительные показатели эффективности новой конструкции по сравнению со старой

Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	Проектуемой
Значение производительности	м ³ /ч	41	58
Показатели фондёмкости процесса	руб/ м ³	0,031	0,014
Значение энергоёмкости процесса	кВт/ м ³	0,054	0,038
Значение металлоёмкости процесса	кг/ м ³	0,000077	0,000039
Показатели трудоёмкости процесса	ч-ч/ м ³	0,024	0,017
Значение уровня эксплуатационных затрат	руб/ м ³	2,6	1,87

Показатели уровня приведённых затрат	руб/ м ³	2,605	1,872
Значение Годовой экономии	руб	-	24895,9
Показатели Годового экономического эффекта	руб	-	24998,9
Срок окупаемости вложений в основные фонды	лет		0,39
Показатель коэффициента эффективности капитальных вложений	-		2,56

3.4. Охрана окружающей среды

Раздел «Охрана окружающей среды» разрабатывается на основании задания на проектирование, утвержденного заказчиком, технических условий на подключение объекта к системам теплоснабжения, газоснабжения, водоснабжения и канализации, принятой технологии и проектных решений.

Сброс промышленных стоков селекционных предприятий должен производиться с соблюдением санитарных норм и правил СанПиН 2.1.4.559-96, ГН 2.1.5.689-98, СП 2.1.5.76-99 в соответствии с Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Согласование условий сброса промстоков селекционных, репродукционных теплиц или селекционного комплекса в целом происходит при участии Санэпидстанции в соответствии с ГН 2.1.5.689-98.

Промывные и дренажные сточные воды селекционных предприятий, являющиеся носителями остаточного количества пестицидов и представляющие опасность для окружающей среды, подлежат обязательной очистке и обезвреживанию.

Не допускается объединять дренажные воды теплиц с ливневыми стоками и спускать их в канализацию без предварительной очистки и обезвреживания.

Образующиеся в теплицах и в других селекционных помещениях производственные стоки, отработанный грунт, минераловатный субстрат и растительные остатки подлежат обязательному обезвреживанию перед спуском в канализацию во избежание формирования источников загрязнения почвы, водоемов, атмосферного воздуха.

В соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85*, спускаемые в канализацию отработанные реактивы из лабораторий должны быть обезврежены в специальной емкости средствами лаборатории, иметь РН от 6,5 до 8,5.

Промывочные, загрязненные ядохимикатами сточные воды; после обработки тары, инвентаря, одежды, а также дренажные воды стоки от котельных направляются на обезвреживание.

Необходимость специальной очистки этих стоков до поступления в канализацию должна решаться в каждом конкретном случае, подтверждаться анализами и расчётом и согласовываться с соответствующими санитарными органами.

В целях охраны окружающей среды следует руководствоваться следующими нормативными документами:

- а) Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения СанПиН 2.1.4.027-95);
- б) Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников (СанПиН 2.1.4.544-96);
- в) Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест (СанПиН 2.1.6.575-96);
- г) Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов (СанПиН 3183-84).

В целях охраны окружающей среды следует предусматривать следующие мероприятия:

- территория селекционного предприятия должна быть благоустроена, озеленена и поддерживаться в хорошем санитарном состоянии;

- передвижное оборудование, применяемое для подкормки и химической обработки растений, почвы, субстратов и сооружений по окончании работ должно промываться на специальных площадках. Технология обезвреживания стоков, полученных при мытье оборудования, должна соответствовать СанПиН 3183-84 и СанПиН 5791-91;
- все растительные остатки и горючие технологические отходы, не загрязненные ядохимикатами, ежедневно, в конце рабочего дня должны быть вынесены из рабочих помещений и вывезены на специальную площадку с последующей утилизацией. Сжигание отходов осуществляют в специально отведенных местах;
- загрязненные пестицидами растительные остатки сжигают или компостируют, а отработанный почвогрунт - компостируют. Отходы производства (битая посуда, инвентарь, неподдающиеся переработке) подлежат обезвреживанию и захоронению в соответствии с «Санитарными нормами и правилами порядка накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов» СанПиН 3183-84 и «Инструкцией по сбору, подготовке и отправке пришедших в негодность и запрещённых к применению в сельском хозяйстве пестицидов и тары из-под них».

Не допускается вывоз отработанного почвенного или минераловатного субстрата и остатков растительности на городские свалки. Места обезвреживания и утилизации отработанного почвенного и минераловатного субстрата должны быть согласованы с территориальными учреждениями санэпидслужбы.

3.5. Техника безопасности

Теплицы, по степени возможности поражения электрическим током, относятся к категории особо опасных объектов. Поэтому для защиты персонала теплицы от поражения электрическим током, все металлические части электропроводок: корпуса электродвигателей, пусковых приборов, светильников, щитов и другого оборудования, которое может оказаться под

напряжением, должны быть присоединены к нулевому проводу электрической сети и заземлены.

В электрощитовой теплицы должен иметься в наличии комплект защитных средств, в соответствии с приложением ПТЭ и ПТБ, и предупредительные плакаты.

В электрощитовой у распределительных щитов управления в теплице пол должен быть устлан резиновыми ковриками. Электропроводка выполнена в трубах кабелем ВВГ, сопротивление изоляции более 0,5 Мом. Все приводы обязательно закрыты кожухами. Устройство автоматического регулирования микроклимата обустраивается на напряжение 24 В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По нашему мнению, одним из методов увеличения уровня рентабельности предприятия будет усовершенствование технологии поддержания эффективного микроклимата в тепличном помещении .

При выполнении дипломного проекта были рассмотрены требования, предъявляемые к процессу электроснабжения тепличного помещения, выбор наиболее эффективной системы электроснабжения. Разработан проект и представлен способ поддержания микроклимата в теплице.

Приведены мероприятия по охране труда и технике безопасности для обслуживающего персонала. Рассмотрены вопросы организации охраны окружающей среды.

Расчет экономических показателей подтверждает целесообразность применения проектных решений. Ожидаемый годовой экономический эффект составляет 12458,2 руб. Срок окупаемости дополнительных капиталовложений 0,4 года.