

42.34
К49
41188999

В. В. Климов

ОБОРУДОВАНИЕ
ТЕПЛИЦ
для подсобных
и личных
хозяйств

ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Г л а в а п е р в а я . Типы теплиц для индивидуального и коллективного пользования	6
1.1. Строительные и технологические нормы проектирования теплиц	6
1.2. Разновидности теплиц и их основные характеристики	8
1.3. Элементы конструкций и светопрозрачные материалы для теплиц	12
1.4. Световой режим и размещение теплиц на участке	18
1.5. Конструкции теплиц для подсобных хозяйств	20
1.6. Конструкции индивидуальных теплиц	28
Г л а в а в т о р а я . Расчет и монтаж отопительно-вентиляционного обо- рудования теплиц	36
2.1. Тепловой баланс и формирование климата теплицы	36
2.2. Методы приближенных расчетов систем отопления и вентиляции теплиц	40
2.3. Системы отопления и вентиляции промышленных теплиц	45
2.4. Конструкции устройств для обогрева и вентиляции индивидуаль- ных теплиц	50
Г л а в а т р е т ъ я . Технология выращивания растений и технологическое оснащение теплиц	60
3.1. Основные способы выращивания растений в теплицах	60
3.2. Системы орошения растений в теплицах	64
3.3. Оборудование для приготовления растворов минеральных удобре- ний	66
3.4. Оборудование для выращивания растений гидропонными спосо- бами	67
3.5. Системы испарительного охлаждения и увлажнения воздуха	71
3.6. Оборудование для дополнительного облучения рассады	72
Г л а в а ч е т в е р т а я . Автоматизация производственных процессов в теплицах	73
4.1. Автоматическое регулирование и управление в теплицах	73
4.2. Автоматизация производственных процессов в теплицах подсоб- ных хозяйств	75
4.3. Автоматизация выращивания растений при искусственном облу- чении	81
4.4. Автоматизация индивидуальных теплиц	85
Г л а в а п ят а я . Агротехника и культурообороты	94
5.1. Культурообороты в теплицах	94
Список литературы	3-я стр. обл.

В.В. Климов

**ОБОРУДОВАНИЕ
ТЕПЛИЦ
для подсобных
и личных
хозяйств**



**МОСКВА
ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ
1992**

ББК 42.34

К 49

УДК 635

Климов В. В.

К49

Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств. —

М.: Энергоатомиздат, 1992. — 96 с.: ил.

ISBN 5-283-00697-2

Даны сведения о конструкциях теплиц, их технологическом оборудовании, автоматизации производственных процессов, агротехнике выращивания отдельных овощных культур.

Для овощеводов-любителей, специалистов подсобных хозяйств промышленных предприятий.

К

3704030700-242

051 (01)-92

КБ 3-41-91

ББК 42.34

Издание для досуга

Климов Вячеслав Витальевич

**ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛИЦ ДЛЯ ПОДСОБНЫХ
И ЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ**

Зав. редакцией М. П. Соколова

Редактор издательства Т. Н. Платова

Художественные редакторы В. А. Гозак - Хозак, Г. И. Панфилова

Художник обложки В. Н. Забайров

Технический редактор Н. М. Брудная

Корректор Н. А. Войтенко

ИБ № 3686

Набор выполнен в издательстве. Подписано в печать с оригинала-макета 05.05.92.
Формат 60 x 88 1/16. Бумага типогр. № 2. Печать офсетная. Усл.печ.л. 5,88.
Усл.кр.-отт. 6,24. Уч.-изд.л. 6,31. Тираж 160 000 экз. Заказ 6524. С 242.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Отпечатано в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО "Первая Образцовая типография" Министерство печати и информации Российской Федерации. 113054, Москва, Валовая ул., 28.

ISBN 5-283-00697-2

© Автор, 1992

ПРЕДИСЛОВИЕ

Потребление свежих овощей, особенно в зимнее и ранневесенне время, в нашей стране еще далеко от научно обоснованной нормы. Увеличение производства овощей путем строительства крупных специализированных тепличных комплексов связано со значительными расходами материальных и энергетических ресурсов. Между тем можно значительно увеличить производство несезонных овощей, возводя небольшие теплицы при промышленных предприятиях, в личных подсобных хозяйствах и на садово-огородных участках.

Правильно спроектированные и построенные, оснащенные соответствующим технологическим оборудованием и средствами механизации и автоматизации технологических процессов, эти сооружения вполне реально могут сыграть существенную роль в повышении производства овощных и других культур. Изложенные в книге сведения помогут всем энтузиастам этого полезного направления сельскохозяйственной деятельности более грамотно построить и оборудовать промышленные и индивидуальные теплицы, а рекомендации по агротехнике и светокультуре послужат повышению урожайности.

Автор с признательностью примет замечания и пожелания, которые следует направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

На значительной части территории нашей страны в связи с продолжительной, нередко суровой зимой и коротким, не всегда теплым летом складываются неблагоприятные условия для выращивания теплолюбивых растений в открытом грунте. Кроме того, в некоторых районах ограничивающим фактором для возделывания растений в естественных условиях является отсутствие солнечного освещения в течение полярной ночи.

Для расширения возможности выращивания растений и снабжения населения свежими продуктами питания, особенно овощами, в неблагоприятные периоды года применяют различные сооружения защищенного грунта, в которых искусственно создаются необходимые условия для роста и развития растений. По степени удовлетворения потребностей растений в комплексе факторов жизнеобеспечения или по технологической сложности сооружения защищенного грунта подразделяют на парники, утепленный грунт и теплицы. В отличие от парников и утепленного грунта в теплицах не только создаются благоприятные условия для развития растений, но также обеспечивается защита обслуживающего персонала от неблагоприятных климатических факторов.

В сооружениях защищенного грунта необходимо стремиться к созданию оптимальных параметров среды выращивания. К сожалению, в простейших теплицах на приусадебных участках в основном на солнечном обогреве не всегда этому уделяется должное внимание. В результате растения в таких теплицах постоянно находятся в стрессовых условиях. Ночью, как правило, растения переохлаждаются, днем в солнечную погоду перегреваются. Особенно усугубляются неблагоприятные воздействия в теплицах, расположенных на садово-огородных участках, значительно удаленных от мест постоянного проживания владельцев. В таких теплицах, посещаемых, как правило, лишь в выходные дни, нет возможности оперативно вмешаться в формирование климата, в результате чего он нередко бывает далек от оптимального. Между тем оснащение индивидуальных теплиц простейшими средствами для управления процессами формирования температурного режима воздуха и почвы, а также режимами полива растений значительно повышает эффективность этих сооружений. Опыт эксплуатации

теплиц с системами терморегулирования показывает, что только благодаря этому фактору можно повысить продуктивность овощных культур в 2–3 раза.

Обеспеченность системами автоматического регулирования не менее актуальна и для теплиц подсобных хозяйств промышленных предприятий, в которых используются отдельные конструктивные элементы или фрагменты типовых теплиц промышленного типа. В этих случаях теплицы, как правило, не имеют полного технологического оснащения и систем автоматики, поскольку типовые теплицы промышленного типа площадью 6 га оснащаются комплектными системами управления импортной поставки, которые экономически нецелесообразно применять в теплицах небольшой площади.

Существенным фактором в повышении продуктивности растений в теплицах является совершенствование технологии выращивания и внедрение новых высокоурожайных сортов и гибридов.

Так, средняя урожайность огурцов в тепличных комбинатах центральных районов страны составляет 20–22 кг с 1 м² в год, томатов — 10–12 кг, лучшие показатели — 30–35 и 25–30 кг соответственно.

В теплицах Голландии при общей более высокой технологической культуре производства получают с 1 м² в год 50–55 кг огурцов и 35–40 кг томатов. Эти данные свидетельствуют о потенциальных возможностях теплиц при соответствующем их оборудовании и высокой квалификации обслуживающего персонала.

Глава первая

ТИПЫ ТЕПЛИЦ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛИЦ

Все здания и сооружения проектируются в соответствии с действующими на них нагрузками. Учет этих нагрузок зависит от класса сооружений и особенностей технологии. От правильного выбора расчетных нагрузок зависят расход материалов и средств, затрачиваемых при строительстве, а также долговечность сооружения, его прочность и безопасность обслуживающего персонала.

Для обеспечения прочности при минимальных затратах средств для каждого класса сооружений на основании многолетней практики проектирования и строительства, а также научных исследований разработаны соответствующие нормативы. Эти нормативы отражены в специальных строительных нормах и правилах, сокращенно СНиП, и их применение обязательно при проектировании всех сооружений. В частности, для теплиц основные строительные требования изложены в СНиП II-100-75 [1].

В соответствии с нормами проектирования на теплицы действуют следующие нагрузки:

- а) снеговая;
- б) ветровая;
- в) от растений и навесного технологического оборудования;
- г) собственная масса конструкций.

Снеговая нагрузка зависит от района строительства и определяется возможным снежным накоплением на кровле. В теплицах длительное накопление снега на покрытии не допускается по требованиям технологии. Поэтому при проектировании теплиц учитывается суточное снеговое накопление, а система отопления рассчитывается таким образом, чтобы иметь возможность растопить объем снега, накапливающегося на кровле за сутки.

Для построения карты районирования территории нашей страны по снеговой нагрузке для теплиц использованы многолетние данные о максимальных значениях суточных осадков. В результате статистической обработки метеоданных выделено четыре района. Нормативная

снеговая нагрузка при проектировании теплиц круглогодовой эксплуатации принимается равной 98 Па ($10 \text{ кгс}/\text{м}^2$) для первого района, 147 Па ($15 \text{ кгс}/\text{м}^2$) для второго, 196 Па ($20 \text{ кгс}/\text{м}^2$) для третьего и 392 Па ($40 \text{ кгс}/\text{м}^2$) для четвертого. При проектировании весенних теплиц во всех районах нормированная снеговая нагрузка принимается равной 98 Па ($10 \text{ кгс}/\text{м}^2$). Сведения о районировании территории СССР по снеговой нагрузке для теплиц приведены в приложении.

Особый случай представляют теплицы, не эксплуатируемые зимой. Для предотвращения их разрушения необходимо либо усиливать их конструкции в соответствии с возможным годовым накоплением снега, либо периодически удалять скапливающийся на кровле снег.

Обычно теплицы, предназначенные для консервации в зимний период без снятия светопрозрачного ограждения, строят преимущественно ангарного типа с увеличенными до 45° (против $25\text{--}30^{\circ}$) углами наклона кровли.

Районирование территории СССР по ветровой нагрузке для теплиц, так же как и для обычных зданий и сооружений, регламентировано СНиП 2.01.01-82 [2]. Нормативные скоростные напоры ветра для высоты 10 м над поверхностью земли составляют:

Район	Напор ветра, Па ($\text{кгс}/\text{м}^2$)
1	.265 (27)
2	.343 (35)
3	.441 (45)
4	.539 (55)
5	.686 (70)
6	.833 (85)
7	.980 (100)

Типовые проекты теплиц рассчитаны на строительство в районах с нормативной ветровой нагрузкой до 45 кгс/м^2 , т. е. в районах с 1-го по 3-й. В остальных случаях требуется либо усиление конструкции каркаса, либо проведение специальных ветрозащитных мероприятий на участке строительства. Районирование территории СССР по ветровым нагрузкам приведено в приложении.

Нормативная нагрузка на несущие конструкции от растений принимается равной 147 Па на 1 м² (15 кгс/м²) инвентарной площади теплиц.

Кроме климатических факторов при проектировании теплиц учитываются технологические требования, зависящие в основном от выращиваемых культур. Основные технологические требования к теплицам для выращивания овощей отражены в общесоюзных нормах технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов ОНТП-СХ 10-85 [3]. Технологические требования учитывают необходимые условия выращивания растений и определяют в основном характеристики технологического оборудования теплиц. Это прежде всего системы

отопления и вентиляции, увлажнения воздуха и почвы, автоматического регулирования и система дополнительного облучения рассады.

При проектировании и строительстве теплиц особое внимание следует обращать на угол наклона кровли теплиц, особенно используемых, в зимнее время. Дело в том, что при определенных углах наклона кровли и условиях образования конденсата отдельные капли воды не скользят по кровле, а отрываются и падают на растения. Обильный холодный "душ" вызывает заболевания растения и приводит к снижению урожайности. Критическим углом, или краевым углом смачивания, при котором капли конденсата не отрываются, а скользят по стеклу, является угол 23°. Поэтому скаты кровли теплиц не должны быть наклонены менее чем на 23°. В действующих типовых проектах зимних теплиц этот угол составляет 25—30°.

1.2. РАЗНОВИДНОСТИ ТЕПЛИЦ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Существующие теплицы промышленного типа можно квалифицировать по ряду эксплуатационных и строительных признаков: по назначению, сезонности, технологии выращивания, типу материала каркаса и светодиодного ограждения, по способу отопления и вентиляции.

По назначению теплицы разделяют на овощные и рассадные, причем рассадные теплицы для выращивания рассады для открытого и защищенного грунта отличаются технологическим оснащением и конструкцией вентиляционных систем.

По продолжительности эксплуатации теплицы делят на круглогодичные (зимние) и весенние (эксплуатируемые весной, летом и осенью). Как правило, каркас теплицы устанавливается жестко на постоянное место. Исключение составляют передвижные теплицы, получившие распространение в ряде северо-западных областей для выращивания рассады и более ранней выгонки зелени многолетних овощных культур.

По технологии выращивания различают стеллажные, бесстеллажные (гребневые) и гидропонные теплицы. В свою очередь гидропонные теплицы могут быть оснащены различным оборудованием в соответствии с принятым способом выращивания. Имеются теплицы с традиционной, классической схемой подачи питательного раствора методом подтопления, в которых растения выращиваются в бетонных герметичных поддонах или стеллажах, заполненных гранитным щебнем или керамзитом.

В последнее время широкое распространение получили различные способы малообъемной гидропонной культуры; ери выращивании растений в торфяных или минераловатных субстратах с использованием системы капельного орошения, проточная водная и аэроводная культура, аэропонная культура и т. д.

В качестве *материала каркаса* в теплицах применяют стальные оцинкованные и алюминиевые профили, деревянные kleеные элементы.

По виду *светопрозрачного ограждения* теплицы делят на остекленные, пленочные и теплицы с покрытием из жестких полимерных материалов. Пленочные теплицы покрывают пленкой в один или два слоя. Для экономии энергии применяют также специальные двухслойные жесткие полимерные материалы с воздушным промежутком между слоями 5–25 мм.

По *конструктивно-планировочным решениям* теплицы можно разделить на ангарные и блочные, по профилю поперечного сечения — на односкатные и двускатные с равными и неравными скатами, с плоскими цилиндрическими и гиперболическими скатами. Одним из первых типов теплиц была *Клинская теплица*. Она имела глухую северную стену и стеклянную односкатную кровлю, обращенную на юг. Такая конструкция обеспечивала хорошую тепловую изоляцию и освещенность в зимние месяцы. Теплицы подобной конструкции и в настоящее время находят широкое распространение и рекомендуются для строительства на приусадебных участках [4]. Один из вариантов односкатной заглубленной в землю теплицы приведен на рис. 1.

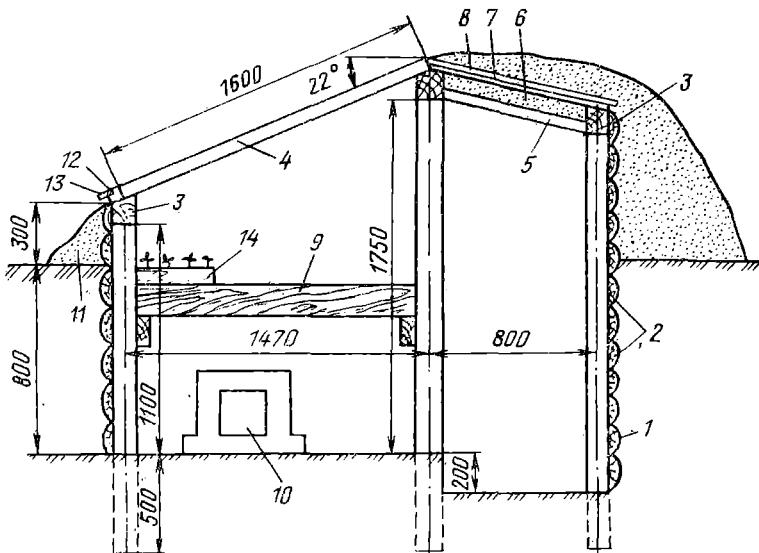


Рис. 1. Зимняя односкатная теплица:

1 — столбы; 2 — обшивка горбылем; 3 — обвязка; 4 — парниковая рама; 5 — доска; 6 — опилки; 7 — толь; 8 — земляная отсыпка; 9 — стеллаж; 10 — дымоход; 11 — откос; 12 — упорная доска; 13 — отлив; 14 — ящик с рассадой

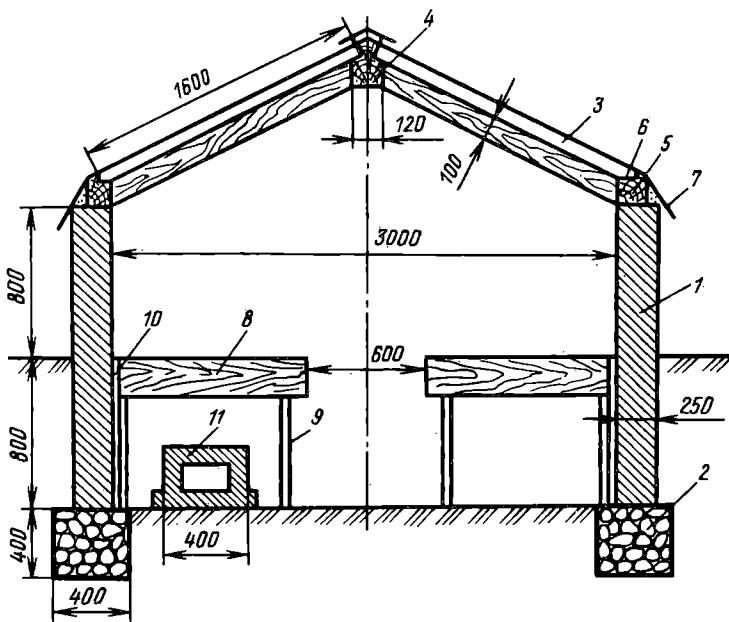


Рис. 2. Зимняя двускатная теплица:

1 — стена; 2 — фундамент; 3 — стропила; 4 — коньковый брус; 5 — обвязочный брус; 6 — паз для упора рам; 7 — отлив; 8 — стеллаж; 9 — стойка стеллажа; 10 — зазор между стеной и стеллажом; 11 — дымоход

В дальнейшем по мере увеличения площади теплиц односкатные теплицы уступили место *двускатным ангарным*. В них нет каких-либо внутренних опор. Несущими элементами кровли являются различного рода арки. Типичным примером такой теплицы для индивидуальных владельцев является зимняя двускатная теплица с кровлей из парниковых рам (рис. 2).

Наряду с двускатными ангарными теплицами с плоскими скатами широкое распространение получили теплицы, профиль поперечного сечения которых приближается к дуге окружности или представляет ломаную линию (полигональный профиль). Как правило, это теплицы с покрытием из пленочных полимерных материалов (рис. 3).

Однако при цилиндрической форме возможны скопления воды и снега в верхней зоне кровли, образование "мешков" и как следствие — затенение растений и разрушение покрытия. Поэтому более предпочтительна гиперболическая или стреловидная форма кровли. Теплицы с таким профилем поперечного сечения выпускаются, в частности, фин-

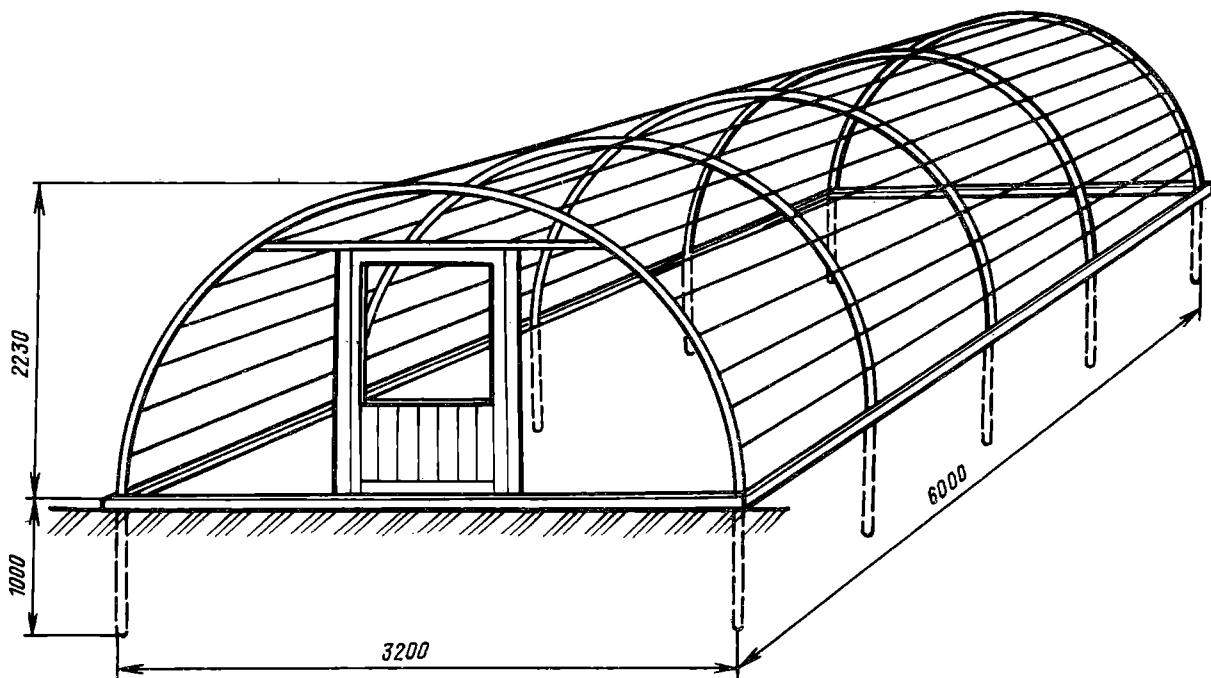


Рис. 3. Арочная теплица индивидуального пользования

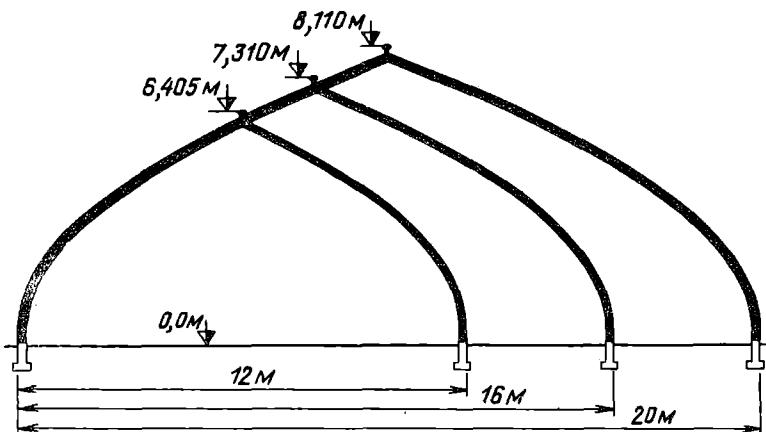


Рис. 4. Модификации каркасов финских пленочных теплиц

ской фирмой "Литто" (рис. 4). Аналогичный профиль имеют и блочные пленочные теплицы, разработанные специалистами Минской овощной фабрики.

Блочные теплицы включают произвольное количество ангарных. При этом стены между соседними теплицами устраниют, оставляя только поддерживающие стойки. Изменить площадь теплицы можно путем увеличения числа секций и их длины, что не требует каких-либо существенных изменений в конструкции. Эту особенность широко используют на практике, когда на основе одного унифицированного комплекта деталей создают теплицы площадью 500—60000 м².

В теплицах промышленного типа различают инвентарную и производственную площадь. Инвентарная площадь определяется как производение внутренней длины и ширины, производственная площадь — это площадь, отводимая под выращивание овощных культур. В производственную площадь не включают соединительные коридоры и внутренние магистральные дороги с твердым покрытием.

1.3. ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИЙ И СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛИЦ

Современные теплицы промышленного типа собирают из деталей заводского изготовления, что в значительной степени упрощает и ускоряет их монтаж, снижает трудоемкость строительства. Большинство элементов конструкций унифицировано, что позволяет использовать их в различных типах теплиц.

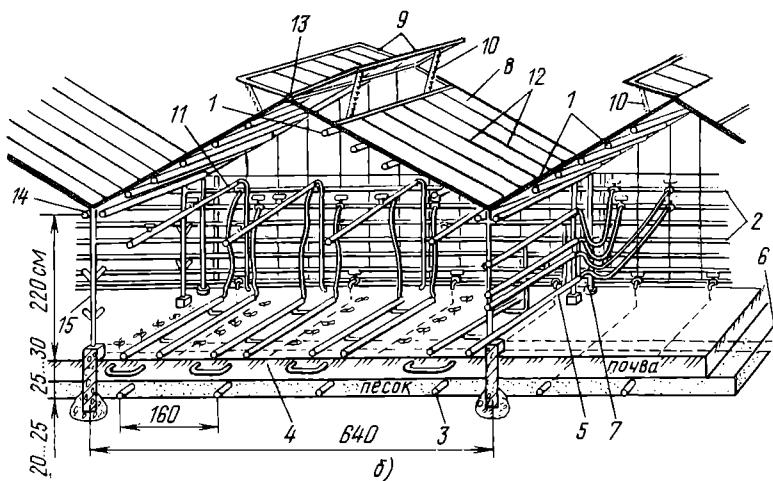
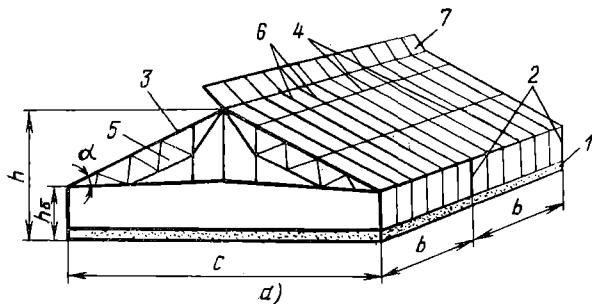


Рис. 5. Основные строительные элементы теплиц:

a — ангарные теплицы; 1 — цоколь; 2 — стойки; 3 — ригели; 4 — прогоны; 5 — ферма; 6 — шпосы; 7 — форточки; *c* — пролет; *b* — шаг стоек; h_6 — высота бокового ограждения; *h* — высота теплицы; α — угол наклона кровли; *b* — блочныеп теплицы: обогрев шатровый (1); боковой (2); подпочвенный (3); надпочвенный (4); 5 — трубы надпочвенного обогрева; 6 — почвенный дренаж; 7 — водосток; 3 — кровля; 9 — форточки; 10 — рейка; 11 — ороситель; 12 — шпосы; 13 — коньковый брус; 14 — водосточный желоб; 15 — стойка

Основными конструктивными элементами теплиц являются фундаменты, цоколь, стойки, фермы каркаса (рис. 5). В зимних остекленных теплицах цоколь должен иметь высоту 0,3 м, в весенних пленочных — 0,1 м. Для стока воды по лоткам кровли фундаменты устанавливают на разных отметках, обеспечивающих уклон конструкций 0,03 (0,3%) от центральной дорожки к торцам блочных теплиц.

Высота стоек в ангарных теплицах принимается равной 2,5 м для теплиц с пролетом 18 м и 3,1 м — с пролетом 24 м. Шаг стоек 6 м, высота стоек в блочных теплицах 2,2 м, ширина пролета 6,4 м.

Стальные элементы конструкций теплиц изготавливают из специальных гнутых облегченных профилей, шпросы (элементы, на которых закрепляется стекло или пленка) часто делают из алюминия и его сплавов. Применение алюминия позволяет экономить металл при строительстве, обеспечивает быстрый и удобный монтаж конструкций. Кроме того, уменьшаются эксплуатационные расходы в результате снижения боя стекла и экономии топлива.

Важное значение имеет герметизация теплиц, зависящая от способов крепления стекла и пленки. В современных конструкциях со стальными шпросами стекло закрепляется при помощи специальных кляммеров (прижимов) и герметизирующей мастики "Гэлан" или "Гемаст", сохраняющей эластичные свойства в диапазоне температур от -40 до + 80 °С. Мастику наносят при помощи электротермогерметизатора "Шмель" в два приема. Вначале укладывают валик мастики диаметром 5—6 мм на поверхность шпросов (элементов для крепления стекла), затем после укладки стекла и закрепления кляммерами промазывают наружный стык стекла и шпроса. При использовании алюминиевых шпросов герметизация осуществляется благодаря уплотняющим прокладкам или обеспечивается выбором рационального сечения шпроса.

В теплицах для индивидуального пользования с покрытием из стекла по металлическим поверхностям используется шпирс Т-образного сечения, стекло закрепляется кляммерами из полосок жести или алюминия, как это осуществлялось в первых отечественных блочных теплицах по типовому проекту — 810-56*. Различные способы герметизации остекления приведены на рис. 6.

Светопрозрачные материалы, применяемые при строительстве теплиц, должны обладать высоким пропусканием в области фотосинтетически активной радиации (ФАР), поглощать инфракрасное излучение, быть прочными и иметь значительное термическое сопротивление.

Наиболее распространенными материалами для покрытия теплиц являются стекло и полиэтиленовая пленка. Стекло пропускает 83—85% видимого излучения, около 45% ультрафиолетового, 85% коротковолнового инфракрасного излучения и не более 10% средне- и длинноволнового инфракрасного излучения. Благодаря малому пропусканию в области инфракрасного излучения стекло обеспечивает созда-

* Все типовые проекты теплиц, в том числе и для подсобных хозяйств, разработаны орловским институтом "Гипронисельпром". С проектной документацией по теплицам можно ознакомиться также в Центральном институте типового проектирования (ЦИТП) по адресу: Москва, ул. Смольная, 22.

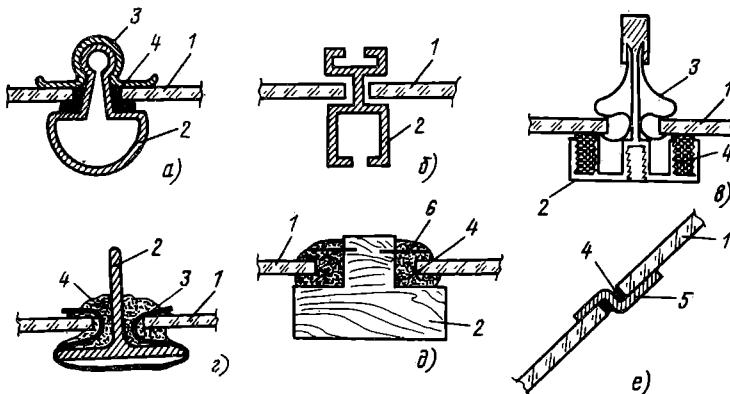


Рис. 6. Способы герметизации остекления:

а — с применением герметизирующей мастики; б — беззамазочное остекление; в — с применением уплотнителя; г — крепление стекла к шпросу таврового сечения; д — крепление стекла на замазке из деревянному шпросу; е — соединение стекол с помощью кляммера; 1 — стекло; 2 — шпrosse; 3 — кляммеры; 4 — герметизирующая мастика, замазка или уплотнитель; 5 — кляммер КЛ-3; 6 — штифты

ние "тепличного" или "парникового" эффекта и тем самым благоприятного температурного режима в теплице.

При всех положительных качествах стекло обладает серьезным недостатком — хрупкостью, из-за чего необходима постоянная замена части остекления теплиц. Для теплиц используют листовое оконное стекло по ГОСТ 111-78 толщиной 4 мм и шириной 600 мм для ангарных и 750 мм для блочных теплиц. Масса 1 м² такого стекла составляет 10 кг.

Полимерные материалы обладают показателями пропускания в области видимого излучения, близкими к показателям стекла. Характерной особенностью для многих полимерных материалов является более низкая граница пропускания интегрального солнечного излучения, что позволяет приблизить условия выращивания в теплицах к открытому грунту — это особенно важно при выращивании рассады овощных культур для высадки в поле.

Ультрафиолетовое излучение вызывает старение (потерю первоначальных качеств) полимерных материалов, что резко снижает их срок службы по сравнению со стеклом.

Существенным недостатком полимерных материалов, особенно нестабилизированной полиэтиленовой пленки, является высокая проницаемость в области инфракрасной радиации, что приводит к значительным потерям тепла в ночное время.

Полиэтиленовая пленка для сельского хозяйства марки С (ГОСТ 10354-82) легко сваривается (температура плавления пленки 110—120 °С), она практически водо- и паронепроницаема, но достаточно проницаема для углекислого газа и кислорода. Разрушающее напряжение при разрыве 14—18 МН/м², относительное удлинение при разрыве 400–600%.

Для покрытия теплиц применяют пленку толщиной 0,1–0,2 мм. Ее выпускают в рулонах в виде полотна, рукава или полурукава, минимальная ширина полотна 0,8 м, максимальная 8 м (может достигать 12 м). Соотношение между толщиной и массой полиэтиленовой пленки приведено ниже:

Толщина пленки, мм	0,05	0,06	0,03	0,10	0,12	0,15	0,20
Масса 1 м ² , г.....	45,9	55,1	73,4	91,8	110	137	183
Площадь 1 кг пленки, м ²	21,8	18,2	13,6	10,9	9,1	7,3	5,4

Из-за высокого удельного поверхностного сопротивления полиэтиленовая пленка способна электризоваться, что приводит к накоплению электрического потенциала. В свою очередь это вызывает образование капельного конденсата на пленке и загрязнение ее поверхности пылевидными частицами. Поэтому уже через несколько месяцев проницаемость полиэтиленовой пленки снижается на 15—20%. Капельный конденсат кроме снижения прозрачности способствует развитию болезней на растениях. Для устранения недостатков полиэтиленовой пленки разработаны специальные неэлектризующиеся образцы. В нашей стране выпускают гидрофильную антистатическую полиэтиленовую пленку по рецептуре 108-82 (НПО "Пластполимер").

Для повышения прочности и долговечности полиэтиленовых пленок применяют их стабилизацию и армирование полимерными волокнами. Срок службы таких пленок увеличивается с 6 мес до 2 лет.

Для улучшения тепло физических характеристик полиэтиленовых пленок в исходное сырье вводят специальные добавки, снижающие пропускание пленки в области инфракрасного излучения и улучшающие температурный режим в сооружениях. Одним из таких компонентов служит каолин, вследствие чего некоторые образцы теплоудерживающих пленок окрашены в желтоватый цвет.

При строительстве теплиц используют также поливинилхлоридные и сополимерные этиленвинилацетатные пленки. Поливинилхлоридные пленки обладают меньшим пропусканием (до 10%) в области инфракрасного излучения и большим сроком службы (до 3 лет) по сравнению с полиэтиленовыми пленками.

Для сельского хозяйства выпускают пластифицированную поливинилхлоридную пленку марки С (ГОСТ 16272-79) шириной 1,2–1,8 м при толщине 0,15 мм. Разрушающее напряжение пленки при разрыве

Т а б л и ц а 1. Основные технические данные светопрозрачных пленочных полимерных материалов

Параметр	Тип пленки								
	полиэтиленовая					поливинил-хлоридная, ГОСТ 16272-79	поливинил-хлоридная, армирован-ная, (ГУ 1997-78)	сополимерная этиленвинил-ацетатная	
	нестаби-лизирован-ная	стабили-зирован-ная	армиро-вальная	гидрофильтрующая	тепло-удержи-вающая				
Толщина, мм	0,03-0,3	0,03-0,3	0,3 ± 0,02	0,1-0,15	0,15	0,15 ± 0,03	0,3	0,1	
Ширина полотна, м	1,5-6	1,5-6	3,1 ± 0,4	2,4	2,4	1,2-1,8	2,4	До 6	
Коэффициент пропускания в области спектре, %:									
ультрафиолетовой (295-400 нм)	72	26	10	22	26	22	9	20	
видимой (400-750 нм)	80-90	80-87	85	90	85	88-92	87	90	
инфракрасной (6000-15 000 нм)	30	80	37	35	23	10	5	20	
Разрушающее напряжение при разрыве, МН/м ²	14-18	14-18	14-22	16-18	9-12	25-30	21	24-26	
Относительное удлине- ние при разрыве, %	400-600	330-600	24-25	450-500	400-550	280-300	332	605-610	
Морозостойкость, °С	-60	-60	-50	-60	-60	-50	-35	-60	
Нагревостойкость, °С	80	80	60	-	-	-	-	70	
Срок службы, мес	4-5	6-7	20-30	6-7	6-7	24-36	30-36	18-24	

25—30 МН/м², относительное удлинение 280—300%. Как правило, поливинилхлоридные пленки армируют. Этиленвинилацетатная пленка обладает пропусканием в инфракрасной области спектра, равным 20%, разрушающим напряжением при разрыве 24—26 МН/м², относительным удлинением 600%.

Основные технические данные светопрозрачных полимерных материалов приведены в табл. 1.

Разработаны несколько типов селективных пленок, имеющих специальные спектральные характеристики пропускания. Эти пленки используются для оптимизации светового климата в теплицах общего и специализированного назначения.

При укоренении черенков для избежания ожогов и перегревов применяют полиэтиленовую пленку, имеющую с одной стороны шероховатую поверхность, рассеивающую солнечную радиацию, проникающую в теплицу.

Представляет интерес полимерная пленка "Полисветан", изготовленная на основе полиэтилена с добавками редкоземельных элементов. Отличительной особенностью этого материала является частичная флуоресценция, т. е. преобразование ультрафиолетового излучения солнца в видимое. Это позволяет повысить фотосинтетически активную радиацию, проникающую в теплицу.

Селективными свойствами обладают и некоторые виды стекла, выпускаемого, стекольными заводами по специальным рецептам. Выпускают и теплоудерживающие сорта стекла, обладающие повышенным термическим сопротивлением и позволяющие снизить расход тепловой энергии на отопление теплиц на 25—30%.

Для покрытия теплиц можно использовать рулонный и листовой стеклопластик, изготовленный на основе органических ненасыщенных полиэфиров и стекловолокна. Однако выпускаемый в настоящее время рулонный стеклопластик из-за низкого пропускания в области ФАР (около 70%) и быстрого старения непригоден для применения в теплицах.

Лучшими характеристиками обладает листовой стеклопластик толщиной от 1 до 5 мм и шириной до 3 м. Пропускание этого материала в области ФАР составляет до 90%, срок службы 15—20 лет.

1.4. СВЕТОВОЙ РЕЖИМ И РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕПЛИЦ НА УЧАСТКЕ

Продуктивность растений в теплицах во многом зависит от условий освещенности, причем связь урожайности и освещенности носит прямо пропорциональный характер. Применительно к большинству овощных культур это означает, что увеличение освещенности приводит к соответственному повышению продуктивности. Особенно чувствительны растения к недостатку естественного солнечного излучения в зимние месяцы. Из-за недостатка ФАР в это время во многих

районах нашей страны невозможно выращивать в теплицах такие светолюбивые овощные культуры, как огурцы, томаты, перец. Очень часто для использования теплиц в зимнее время их занимают выгоночными зелеными культурами, а часть теплиц оборудуют специальными источниками искусственного освещения для выращивания рассады основных культур.

В весенне-летнее время в теплицах возникают иные ситуации: солнечное излучение, проникающее в сооружение, избыточно для создания оптимального температурного режима, поэтому в этих случаях необходимо интенсивно вентилировать теплицы во избежание их перегрева.

Совершенно очевидно, что требования к световому климату коренным образом зависят от сроков эксплуатации теплиц. В зимних теплицах необходимо обеспечить максимально возможное использование солнечного излучения, в весенних - избежать перегрева из-за снижения общей светопроницаемости.

Для нахождения оптимальных форм и ориентации теплиц на участке и обеспечения должной светопроницаемости проведено много исследований. В основе их лежит принцип моделирования взаимодействия солнечных лучей с теплицей при различных углах солнцестояния и взаимного расположения солнца и теплицы.

Зимой для большей территории нашей страны угол падения солнечных лучей составляет около 15° . Таким образом, слегка наклоненные боковые стены теплицы находятся под прямым углом к световому потоку и обеспечивают его максимальное проникновение в теплицу. Лучшие условия освещенности достигаются в теплице с неравными углами наклона кровли: $60-75\%$ на южный скат и 30° - на северный (рис. 7).

Положение солнца меняется в зависимости от времени года. Это нужно учитывать при выборе места и типа теплицы. Зимой угол между точками восхода и захода солнца составляет 60° , летом 120° . Зимой под прямым углом солнечные лучи падают только на обращенную к югу стену теплицы, летом так обращены к солнцу утром и вечером торцевые стены (рис. 8).

Как правило, в промышленных типовых конструкциях теплиц углы наклона кровли в целях унификации выполняют равными, при этом не используется возможность улучшения светового климата.

В нормах технологического проектирования предлагается ориентировать зимние теплицы в центральных районах коньками в направлении восток-запад, весенние теплицы коньками на север-юг. При таком расположении в зимних теплицах обеспечиваются наилучшие условия освещенности в зимние месяцы, а в весенних - более слаженный световой режим в период возможных перегревов.

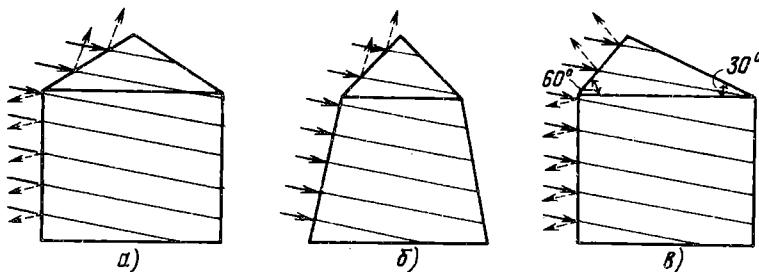


Рис. 7. Пропускание света в теплицах различной конфигурации:

a — теплица традиционной конструкции; *б* — теплица с наклонными боковыми стенами; *в* — теплица с неравными скатами кровли

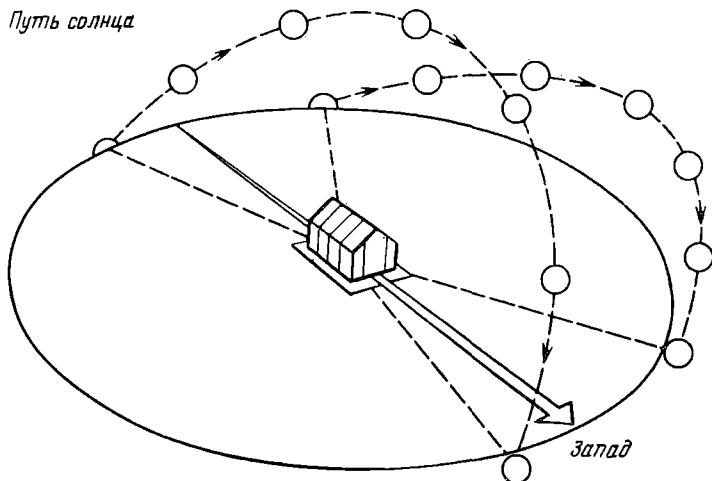


Рис. 8. Путь солнца и ориентация теплицы

При выборе места для строительства теплицы основными критериями являются хорошая освещенность солнцем и защищенность от господствующих ветров. Последнее обстоятельство особенно важно при выращивании растений в зимнее время, поскольку наличие ветра значительно увеличивает потери тепла.

Если на участке не удается найти достаточно защищенного от ветра места, теплицу целесообразно защитить искусственным сооружением в виде забора или живой изгороди высотой 1,8-2 м. Располагать такие защитные сооружения лучше с северной, северо-восточной или северо-западной стороны. Для предотвращения затенения расстояние до теплицы не должно быть меньше, чем трехкратная ее высота. При расположении ветрозащитных сооружений с южной, юго-западной или юго-восточной стороны теплицы их необходимо располагать на большем расстоянии, по крайней мере в 4-5 раз превышающем высоту.

Сооружать теплицы нужно на хорошо осушенном участке с низким уровнем залегания грунтовых вод. В некоторых случаях приходится проводить искусственное водопонижение (дренаж). Участок должен иметь минимальный уклон для снижения объема земляных работ при строительстве, это очень важно при сооружении теплиц большой площади.

1.5. КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛИЦ ДЛЯ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ

В подсобных хозяйствах в принципе можно использовать *типовые промышленные теплицы*, как и в специализированных тепличных комплексах. Однако ввиду высокой стоимости типовые тепличные блоки площадью 6 га для блочных и 3 га для ангарных теплиц не находят широкого применения в подсобных хозяйствах. В настоящее время головным Всесоюзным проектным и научно-исследовательским институтом "Гипронисельпром" специально для подсобных хозяйств промышленных предприятий разработаны два типовых проекта *блочных*

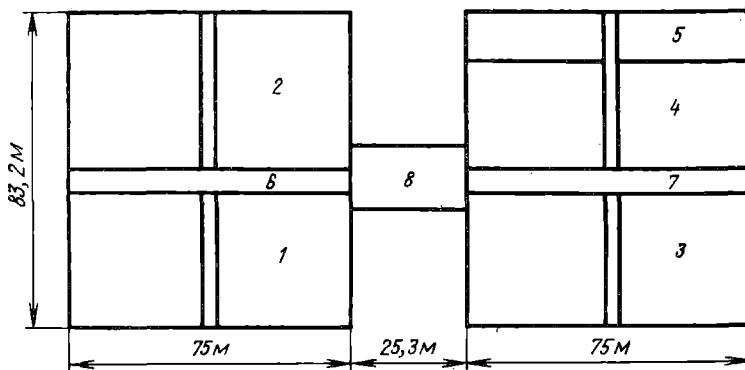


Рис. 9. Планировка теплиц по типовому проекту 810-1-8.83:

1, 2, 3, 4 — овощные теплицы; 5 — рассадное отделение; 6, 7 — соединительный коридор; 8 — бытовые и вспомогательные помещения

теплиц площадью 0,5 и 1 га. Это типовые проекты с шифрами 810-1-7.83 и 810-1-8.83 с использованием стандартных металлоконструкций, выпускаемых специализированным заводом в городе Антраците Луганской области, и типового технологического оборудования для промышленных тепличных комплексов.

Планировка теплиц сделана таким образом, что они могут быть полностью взаимозаменяемы, а тепличный блок площадью 1 га может быть построен как дальнейшее расширение на базе уже построенного полу-гектарного блока. Планировка теплицы по типовому проекту 810-1-8.83 приведена на рис. 9, экспликация помещений — в табл. 2. В типовом проекте 810-1-7.83 исключены овощные теплицы 1 и 2 и соединительный коридор 6.

Для размещения стационарного технологического оборудования и бытового обслуживания работающих в проектах предусмотрено сооружение бытовых и вспомогательных помещений, образующих вместе с теплицами единый технологический блок. План помещений вспомо-

Таблица 2. Экспликация помещений теплицы для подсобных хозяйств по типовому проекту 810-1-8.83

Номер по рис. 9	Наименование	Площадь, м ²
1-3	Овощное отделение	2889,75
4	Овощное отделение	1912,50
5	Рассадное отделение	969,75
6, 7	Соединительный коридор	455,25
8	Бытовые и вспомогательные помещения	396,90

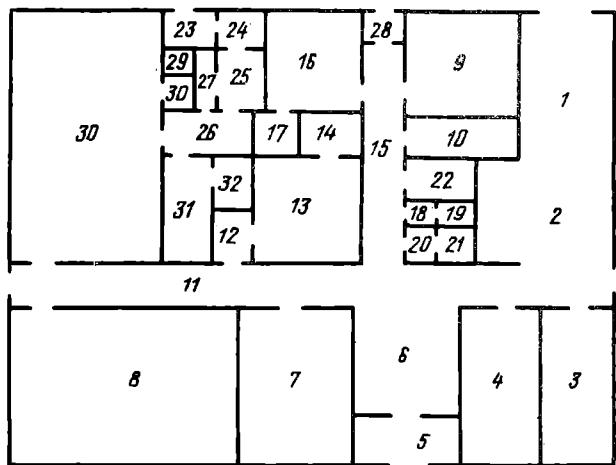


Рис. 10. Планировка бытовых помещений по типовому проекту 810-1-8.83

гательного блока приведен на рис. 10, экспликация помещений — в табл. 3.

В проектах предусмотрено дистанционное управление технологическими процессами в теплицах со щитов и панелей, устанавливаемых в щитовой. Теплоснабжение осуществляется от внешних сетей с температурой теплоносителя (воды) 150—70 °С (основной вариант) и 130—70 °С.

Полив растений водой, подкормка их растворами минеральных удобрений производится централизованно от установки 5931-005, имеющей два бака по 1500 л каждый и насос производительностью 45 м³/ч.

Для борьбы с вредителями и болезнями овощных культур используется стационарная установка для приготовления и подачи ядохимикатов в теплицы. Установка включает в себя два бака и насос марки ВКС-2/26 при расходе раствора 2,88 м³/ч и напоре 0,57 МПа (57 м вод. ст.). Раствор перемешивается сжатым воздухом от компрессора СО-7А. При очаговом распространении вредителей и болезней применяется опрыскиватель марки ОЗГ-120А.

Перед вспашкой почвы в теплицу самоходным шасси Т-16МТ заезжаются навоз и минеральные удобрения. Разбрасывание удобрений и вспашка производятся трактором "Универсал445" или Т-25А с комплектом навесного оборудования.

Теплицы можно сооружать в климатических районах со снежевой нагрузкой до 147 Н/м² (15 кгс/м²) и ветровым напором до 441 Н/м² (45 кгс/м²). Сметная стоимость теплицы по типовому проекту

Таблица 3. Экспликация помещений вспомогательного блока теплицы по типовому проекту 810-1-8.83

Номер по рис. 10	Наимено- вание	Площадь, м ²	Номер по рис. 10	Наимено- вание	Площадь, м ²
1	Бокс	20,5	18	Тамбур	1,2
2	Помещение для временного хранения продукции	21,1	19	Мужская уборная	1,2
3	Комната управляющего и инженеров	15,1	20	Тамбур	1,2
4	Комната отдыха	18,8	21	Женская уборная	1,2
5	Тамбур	4,7	22	Хозяйственная кладовая	3,8
6	Вестибюль	17,3	23	Тамбур	2,5
7	Щитовая	26,2	24	Коридор	2,2
8	Тепловой пункт	50,9	25	Мужской гардероб	3,9
9	Венткамера	18,8	26	Мужской гардероб специальной одежды	6,2
10	Помещение слесаря	7,4	27	Мужская душевая	2,1
11	Коридор	48	28	Тамбур	1
12	Тамбур	1,8	29	Мужская уборная	1,2
13	Женский гардероб	17,7	30	Растворный пункт минеральных удобрений и ядохимикатов	56,5
14	Женская душевая	5	31	Помещение для стирки	7,5
15	Коридор	11,7	32	Помещение для сушки	2,3
16	Мужской гардероб	15,3			
17	Мужская раздевалка	3,3			

810-1-7.83 составляет 219,2 тыс. руб., по проекту 810-1-8.83 - 409 тыс. руб.

Для многих промышленных предприятий и такие тепличные комплексы могут оказаться слишком дорогими, да и потребность в овощах может удовлетворяться при использовании гораздо меньших площадей. В принципе потребность в теплицах для конкретного предприятия можно рассчитать с учетом нормативной обеспеченности — 1 м² на человека. Конечно, несколько небольших предприятий могут сконцентрироваться и построить единый тепличный комплекс. Однако часто возникают затруднения с земельным участком, а особенно с надежным источником энергообеспечения.

В связи с этим большим спросом пользуются теплицы относительно небольшой площади: 500, 1000, 1500 и 2000 м². Такие теплицы легко спроектировать и построить, причем применительно к конфигурации свободного земельного участка из стандартных элементов конструкций блочных и ангарных теплиц. Примеры планировок блочных теплиц пло-

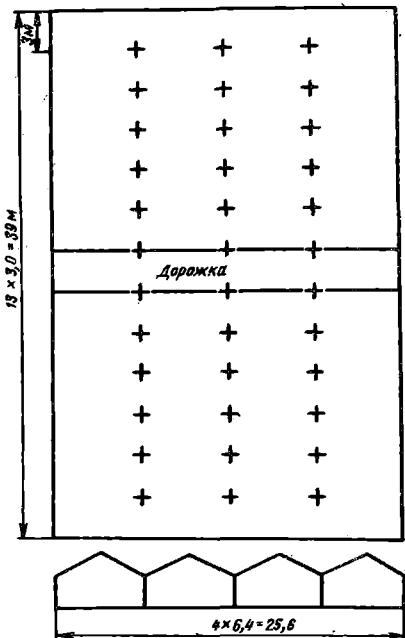


Рис. 11. Планировка блочной теплицы площадью 500 м²

щадью 500 и 1000 м² приведены на рис. 11 и 12. В качестве теплиц для подсобных хозяйств можно использовать отдельные ангарные теплицы по типовому проекту 810-95 тепличного комплекса площадью 3 га. Конструкции теплиц выпускает Воронежский завод металлоконструкций. Общий вид ангарной теплицы показан на рис. 13. Из элементов ангарных теплиц можно собирать блока, кратные 1500 м², т.е. 1500, 3000, 4500, 6000 м² и т.д. При необходимости можно уменьшить длину теплицы с шагом 6 м, получая меньшие площади, вписывающиеся в имеющийся земельный участок.

В настоящее время разработан и готовится к выпуску новый типовой проект ангарных теплиц пролетом 24 м и площадью 2000 м², однако принципы построения теплиц требуемой площади остаются прежними.

Очень удобными в подсобных хозяйствах могут быть *пленочные теплицы* по типовым проектам 810-93, 810-94, 810-1-5.83. Первые два типовых проекта представляют собой блочные пленочные теплицы с металлическим каркасом площадью 1 га, причем в проекте 810-94 предусмотрено сооружение восьми теплиц площадью по 1250 м² каждая.

Блок пленочных рассадных теплиц по типовому проекту 810-1-5.83 также имеет площадь 1 га, но состоит из 20 теплиц площадью по 500 м² каждая. Теплицы арочного типа (рис. 14) имеют металлический каркас из гнутых облегченных профилей и возможность крепления не одного, а двух слоев пленочного покрытия, что позволяет достаточно экономно использовать их зимой.

Дополнительно разработан вариант теплиц с каркасом из клееных деревянных элементов, также пригодный для зимней эксплуатации при двойном пленочном покрытии (типовой проект 810-1-34.89).

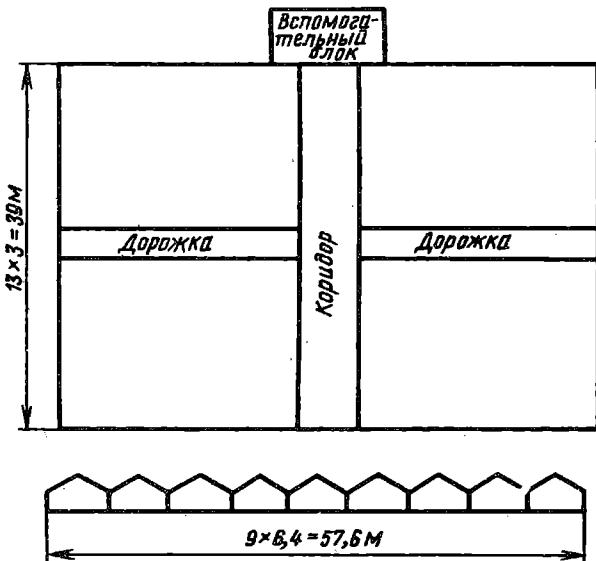


Рис. 12. Планировка блочной теплицы площадью 1000 м²

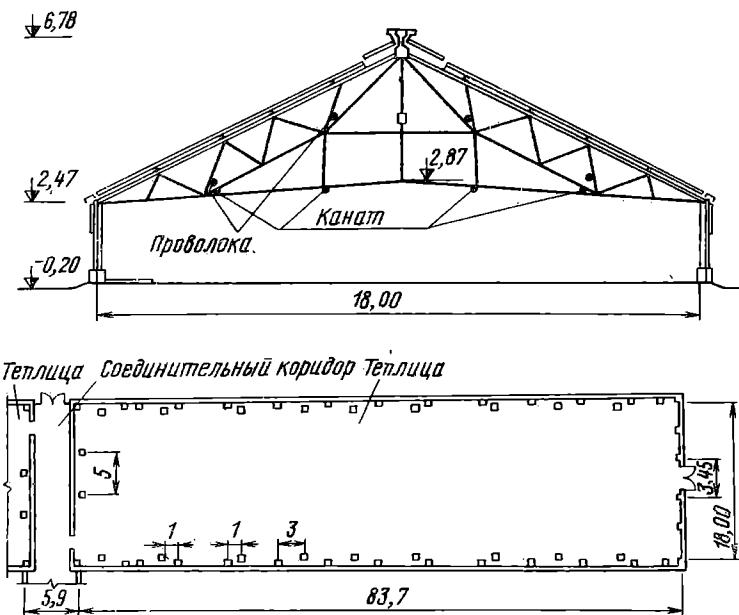


Рис. 13. Планировочные решения ангарной теплицы по типовому проекту 810-95

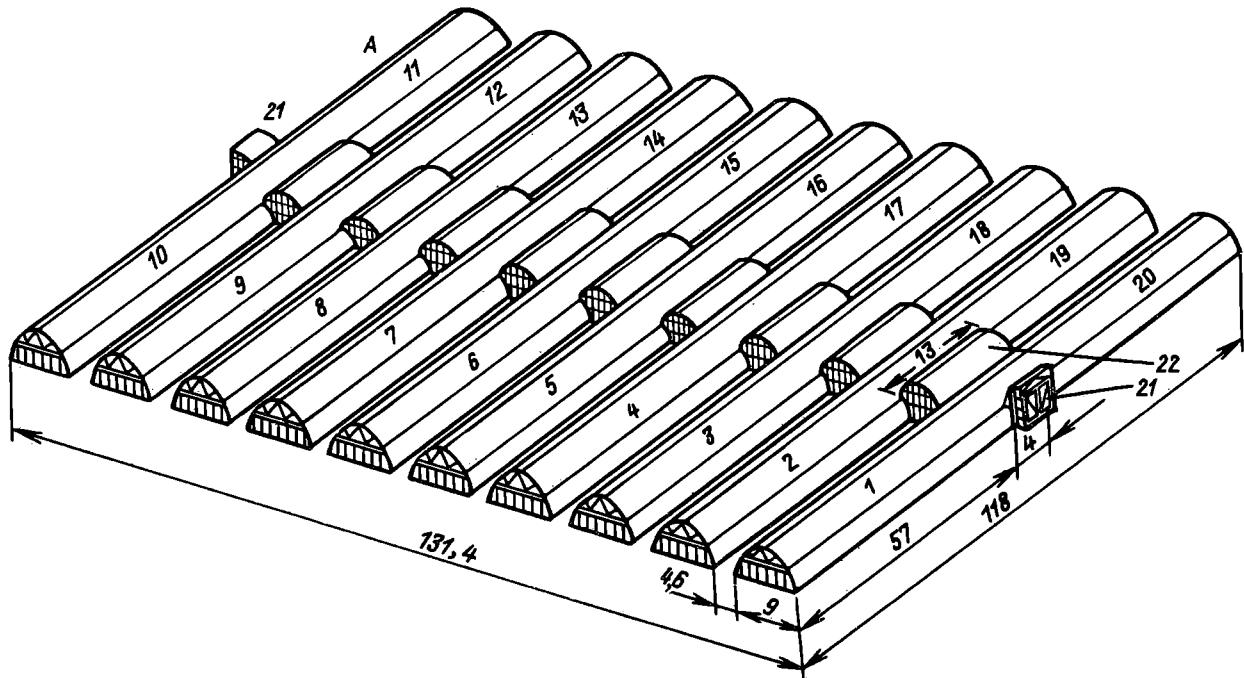


Рис. 14. Блок рассадно-овощных пленочных теплиц по типовому проекту 810-1-5.83

1.6. КОНСТРУКЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛИЦ

Для индивидуального пользования требуются теплицы значительно меньшей площади, чем для промышленного производства. Это, естественно, влечет за собой и качественные изменения и упрощения, особенно в технологическом оснащении. До недавнего времени значительным сдерживающим фактором развития индивидуальных теплиц были и неразумные ограничения по площади (не более 15 м²), и запрещение использования для отопления газа и электрической энергии. Несмотря на это промышленность выпускает несколько модификаций теплиц для приусадебных хозяйств. Значительное число конструкций самых различных типов разработано умельцами и рационализаторами в различных районах страны, причем эти конструкции зачастую намного удобнее и надежнее заводских. Описания любительских конструкций часто публикуются в специальной литературе, об основных из них мы расскажем читателю, часть из них он может найти в журналах "Приусадебное хозяйство", "Моделист-конструктор", "Сделай сам" и т. д.

Несмотря на кажущуюся простоту и отсутствие сложного технологического оборудования индивидуальные теплицы изготавливаются также с учетом строительных и технологических норм и правил. Правда, часто делается это неосознанно, по аналогии с уже известными образцами, но за аналог выбираются либо промышленные конструкции, либо уже проверенные в эксплуатации теплицы.

К сожалению, на многих приусадебных и садовых участках можно увидеть и другие самодельные конструкции теплиц, собранные из любого попавшегося под руку строительного материала. Часто в качестве строительных элементов используются подтоварник, пиломатериалы и остекленные рамы от разобранных строений, не нашедшие применения при строительстве жилого дома на участке. Помимо чисто архитектурных и эстетических недостатков в таких теплицах, как правило, невозможно создать и оптимальные условия для развития растений.

Вместе с тем при незначительных затратах времени и материальных ресурсов можно построить вполне совершенную конструкцию теплицы, отвечающую самым взыскательным требованиям.

При отсутствии времени и навыков можно приобрести готовые теплицы, которые поступают в продажу в специализированные магазины, как правило, с местных предприятий.

И в готовых, и в любительских конструкциях в качестве материала покрытия используют полимерную пленку и стекло. Выбор того или иного типа конструкции теплицы зависит от материальных возможностей, наличия времени на сборку сооружения или просто желания иметь определенный тип конструкции, принципиального значения это не имеет. Однако для стационарного сооружения, оставляемого на

зиму без отопления, необходимо предусмотреть надлежащую прочность для предотвращения разрушения. Чтобы сохранить стекло целым, в индивидуальных теплицах, как правило, применяют оконное стекло толщиной 4 мм, но в отличие от промышленных теплиц ширина его редко превышает 400—500 мм. Остекленные станционарные теплицы дороже пленочных: средняя стоимость пленочных теплиц составляет 5—7 руб./м², остекленных — около 25 руб./м². Однако остекленные теплицы практически не нужно готовить к эксплуатации в отличие от пленочных, для которых необходим ежегодный демонтаж и монтаж пленочного ограждения, а нередко и самого каркаса теплицы.

Существует целый ряд остекленных *индивидуальных теплиц заводского изготовления*. Конечно, нет возможности приводить здесь подробное описание их конструкций и особенностей монтажа, во-первых, из-за разнообразия конструкций, а во-вторых, потому, что подробные инструкции прилагаются к самим теплицам. Остановимся для примера на конструкции *теплицы, выпускаемой в г. Верхняя Салда*. Описание теплицы приведено в информационном листке "Теплицы садово-огородные" за 1988 г. в серии "Промышленность — любительскому садоводству" [5].

Теплица размером 5,5 х 2,6 м устанавливается на фундамент из бетона, кирпича или деревянных брусьев. Ширина фундамента 100 мм, высота 200 мм. При его изготовлении (за исключением деревянного) сначала закладывают деревянные бруски для крепления каркаса. Затем между фундаментом и нижней обвязкой теплицы прокладывают гидроизоляцию из рубероида, толя или битумной мастики.

Конструкция каркаса выполнена из анодированных профилей, которые соединяются винтами. После сборки он представляет собой прямоугольную конструкцию с двускатной кровлей, двумя выдвижными форточками и четырьмя распашными дверями. После сборки каркаса приступают к остеклению; в первую очередь покрывают кровлю, за ней — боковые стены, форточки и двери.

Высота такой теплицы 2,1 м, масса без стекла 160 кг, со стеклом 500 кг. Цена* теплицы без стекла 305 руб., со стеклом 380 руб.

Подготовлена к выпуску на Антрацитовском заводе сборных теплиц *теплица индивидуального пользования типа 3.208-000-01* из облегченных оцинкованных профилей площадью 21 м². Теплица может покрываться как стеклом, так и пленкой, ее размеры 6 х 3,5 м. В теплице установлены четыре форточки общей площадью 2,25 м². Ориентировочная цена без стоимости светопрозрачного покрытия 350 руб.

Выпускаются модификации теплицы с каркасом, выполненным из таврового сечения или двух спаренных уголков. Стекло в таких теплицах крепится при помощи кляммеров и мастики (рис. 15). Большое

*Указаны цены, действовавшие до 2,04.91 г.

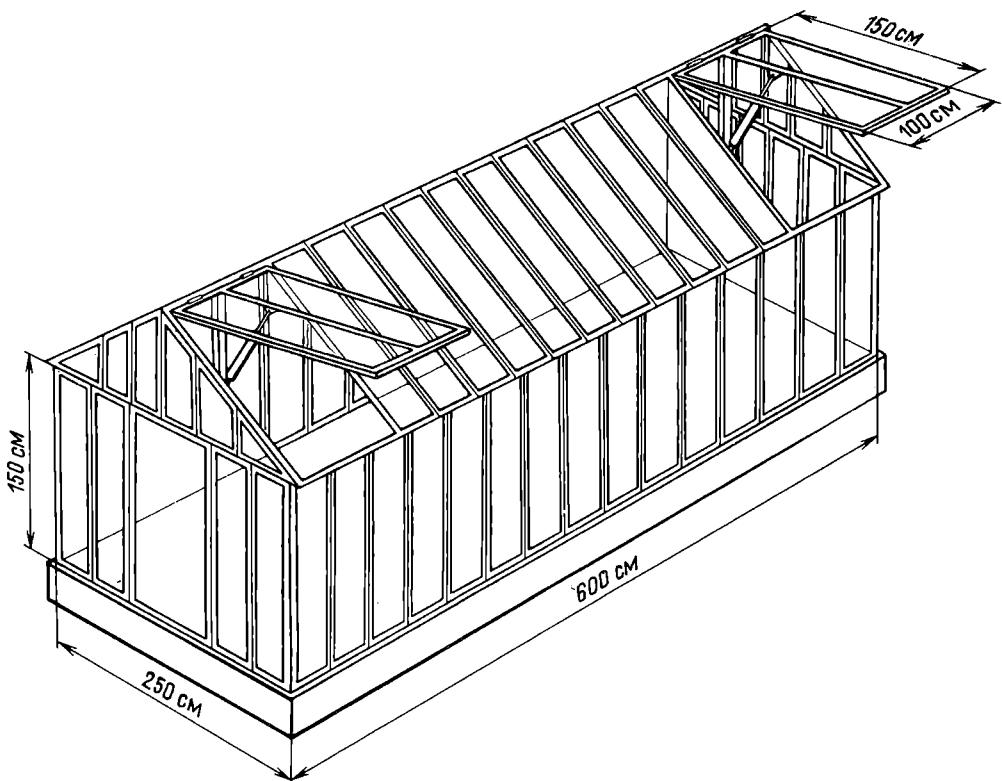


Рис. 15. Остекленная теплица для индивидуального пользования площадью 15 м²

распространение получила пленочная теплица заводского изготовления под названием "Урожай" [5]. Ее каркас, состоящий из алюминиевых трубок различной длины, соединяющихся при помощи кронштейнов, достаточно прочен и прост в монтаже. Сборку начинают с торцевых стен, затем собирают промежуточные рамы, соединяя их между собой. Собранный каркас устанавливают на постоянное место на 12 опорах. Пленку к каркасу крепят при помощи фигурных пружинных зажимов и резиновых прокладок.

Конструкция теплицы позволяет легко натянуть пленку и плотно закрепить ее по всему периметру, что создает хорошую герметичность, предотвращает срыв пленки ветром и ее повреждение. Нижние свободные концы пленки присыпают землей. Для жесткости конструкции, устранения перекосов и провисания пленки применяют проволочные растяжки, которые крепят к деталям каркаса (рис. 16).

Для проветривания теплицы открывают шторные двери в торцах. На зиму теплицу разбирают и хранят в закрытом помещении, предварительно очистив каркас и пленку от грязи и просушив их. При грамотной эксплуатации и хранении комплект пленки служит несколько лет. При монтаже теплицы особое внимание следует обратить на надежное закрепление каркаса при помощи якорей для предотвращения опрокидывания теплицы порывами ветра.

Длина теплицы в собранном виде 4 м, ширина 2,1 м, высота 1,87 м, масса 35 кг, цена 47 руб.

Подобную конструкцию пленочной теплицы выпускают под названием "Метро". Каркас теплицы арочного типа состоит из 5 дуг, соединенных четырьмя продольными связями. После сборки каркаса теп-

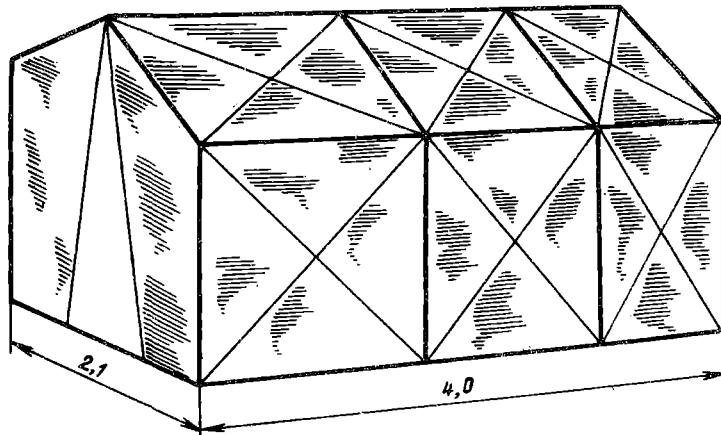


Рис. 16. Пленочная теплица "Урожай"

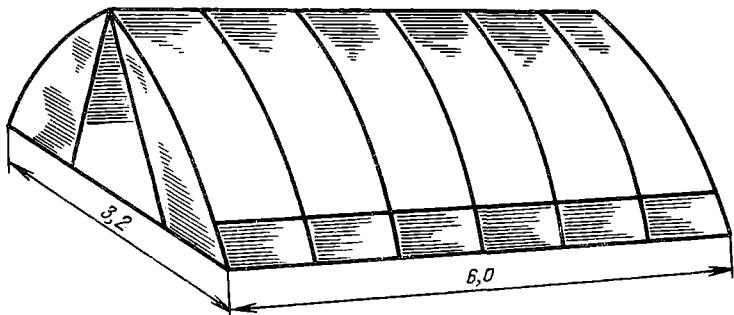


Рис. 17. Пленочная теплица заводского изготовления

лицу закрепляют на постоянном месте при помощи фиксирующих штырей, забиваемых в грунт через отверстия в кронштейнах. Пленку крепят к каркасу проволокой, которую натягивают на каркасных дугах до полного обжатия полотна. Нижние свободные концы пленки присыпают землей. Длина теплицы в собраном виде 4,1 м, ширина 2,35 м, высота 1,8 м, масса 35 кг, цена 60 руб.

Экспериментальный отдел ЦЭКТБ "Промтеплица" (г. Москва) выпускает *пленочную теплицу с металлическим каркасом из оцинкованных профилей площадью 19,2 м²* стоимостью 120 руб. Размер теплицы в плане 6 х 3,2 м, высота 2,33 м, масса металлоконструкций 78 кг (рис. 17). Вентиляция теплицы осуществляется через шторные торцевые двери или путем закатывания части бокового пленочного ограждения.

Воронежский опытный завод металлоконструкций и технологического оборудования выпускает *пленочную теплицу из стальных оцинкованных профилей площадью 18 м²*. Размеры теплицы 6 х 3 м, масса 165 кг, цена 150 руб.

Большим разнообразием отличаются различные любительские конструкции. В основном это конструкции с покрытием из пленочных полимерных материалов, но встречаются теплицы и с покрытием из стекла. Среди любительских конструкций можно выделить три типа сооружений: односкатные пристенные теплицы, двускатные со сплошным рамным пленочным покрытием, арочные конструкции.

Подробное описание конструкции пристенной теплицы с покрытием из стекла приведено в информационном листке М. З. Блинчевского [6]. Пристенная теплица с пленочным покрытием описана также в книге В. П. Шматова [7].

Несколько конструкций *двускатных теплиц* из парниковых рам описано в книге Л. В. Назаринова [4]. Интересная конструкция теплицы вантового типа разработана М. Г. Гликманом и Н. Н. Белицким

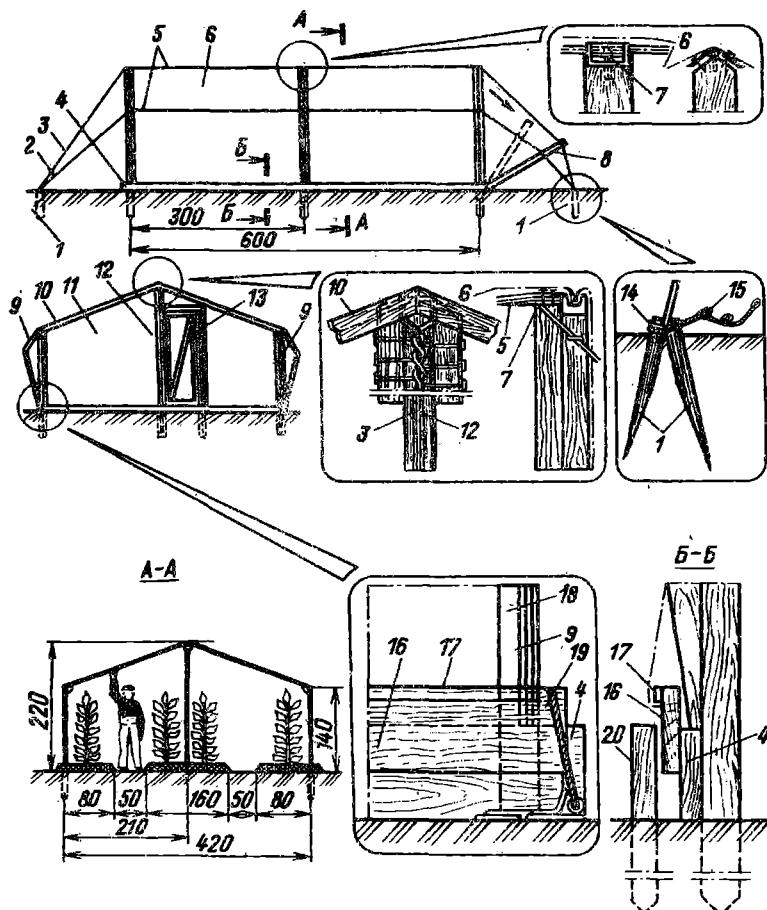


Рис. 18. Общий вид и основные узлы конструкций пленочной теплицы:

1 — якорь; 2 — крайняя оттяжка; 3 — средняя оттяжка; 4 — цокольная доска; 5 — продольные струны; 6 — пленочное полотно; 7 — мягкая прокладка; 8 — напряжной брус; 9 — угловая планка; 10 — торцевое стропило; 11 — торцевое полотнище; 12 — большая стойка; 13 — дверная скоба; 14 — проволока; 15 — веревка с кольцами для фиксации напряженного бруса; 16 — бобина; 17 — планка для крепления пленки; 18 — малая стойка; 19 — резиновый шнур; 20 — кол

[6]. Общий вид двускатной теплицы к ее основные узлы показаны на рис. 18. Каркас теплицы выполняют из деревянных стоек, которые укрепляют в грунте вдоль боковых стен и в центре теплицы. Высота боковых стоек 140 см, центральных 220 см. Сверху стоек укрепляют

проводолоку или шкур, который натягивают при помощи якорей и специальных натяжных брусьев. По контуру теплицы к стойкам прибивают цокольные доски. Жесткость теплицы обеспечивается тремя рамами (две в торцах и одна в середине) и натяжением тросов. Пленка крепится к рамам при помощи брусков.

Вентилирование теплицы осуществляется при наматывании боковых полотнищ пленки на специальные бобины.

Конструкция теплицы с двойным пленочным ограждением описана в журнале "Сделай сам" [8].

Очень удобны теплицы с пленочным каркасом и съемными рамами, обтянутыми пленкой. Наличие рам позволяет проводить быстрый монтаж и демонтаж Теплицы. Теплицы таких конструкций разработаны Е. А. Гречушниковым [9] и И. Н. Чижма [10].

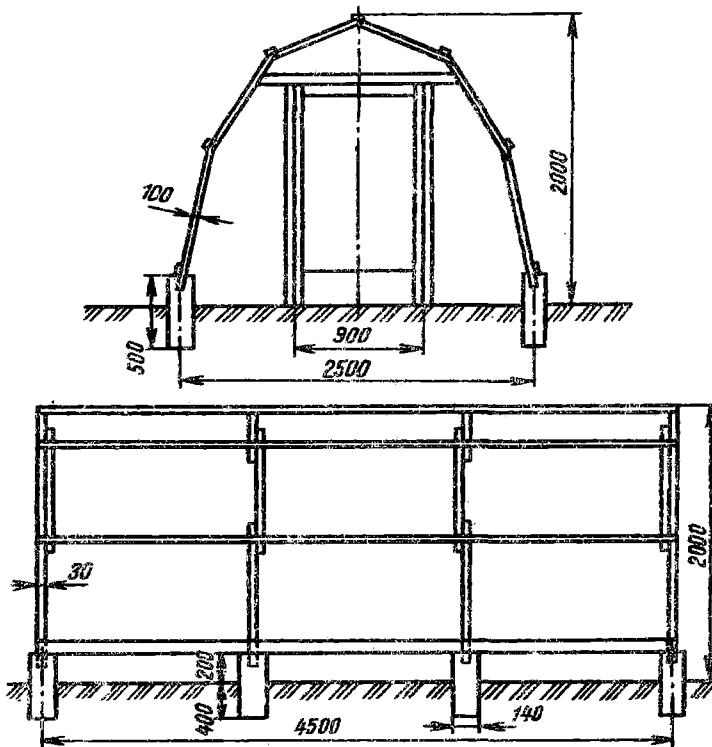


Рис. 19. Арочная пленочная теплица конструкции Н. Х. Хасанова площадью 11,25 м²

Несколько удачных конструкций арочных теплиц описывается в книге Л. В. Назаринова [4], например теплица Н. Х. Хасанова (рис. 19). Каркас теплицы собирают из скрепленных между собой досок сечением 100 x 30 мм. Монтаж теплицы осуществляют в следующей последовательности: сначала вкапывают фундаментные столбики, затем на земле собирают арки из заранее заготовленных деталей. Готовые арки устанавливают на столбики и временно укрепляют распорками из досок. Их удаляют после обшивки теплицы обрешеткой.

В заключение приведем несколько конструкций теплиц, разработанных в Великобритании [11]. На рис. 20 приведен общий вид теплицы из алюминиевых профилей, на рис. 21 — теплица с деревянным каркасом, на рис. 22 — теплица с кровлей полигонального профиля.

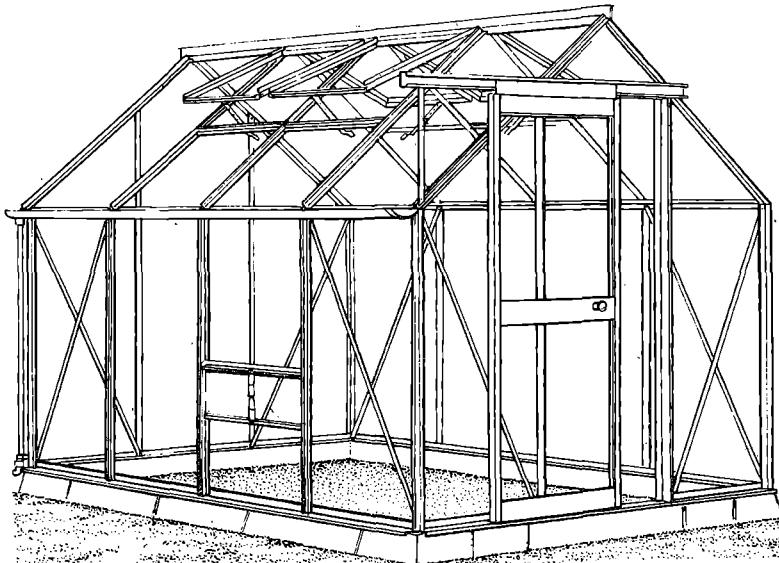


Рис. 20. Каркас теплицы из алюминиевых профилей

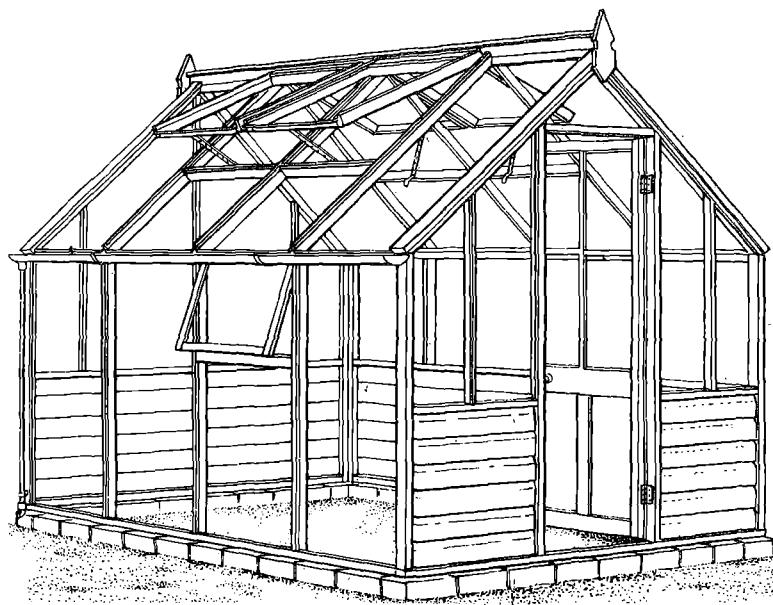


Рис. 21. Каркас теплицы из деревянных элементов

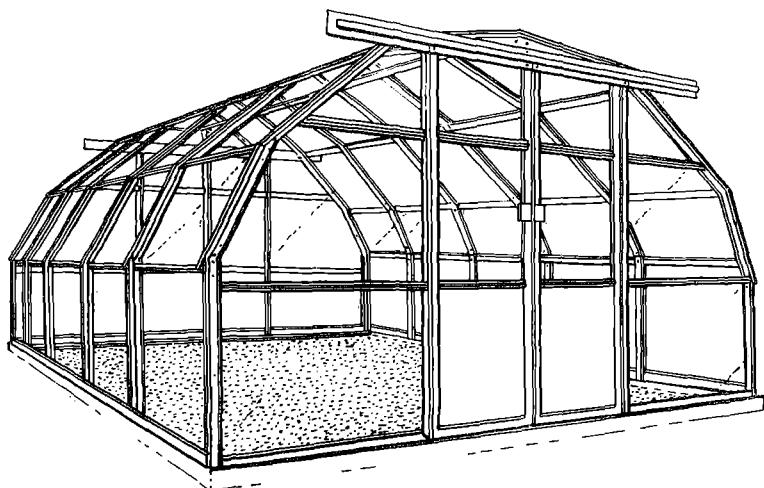


Рис. 22. Теплица со скатами полигонального профиля

Глава вторая

РАСЧЕТ И МОНТАЖ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛИЦ

2.1. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС И ФОРМИРОВАНИЕ КЛИМАТА ТЕПЛИЦЫ

В типовых проектах крупных промышленных теплиц системы отопления и вентиляции уже рассчитаны для конкретного климатического района и имеют вполне определенные конструктивные решения в зависимости от температуры используемого теплоносителя. Системы отопления промышленных зимних теплиц рассчитываются на поддержание внутренней температуры +15 °C при снижении температуры наружного воздуха до -25, -35 и -40°C.

При выборе соответствующего проекта теплицы для конкретного населенного пункта необходимо знать расчетные климатические характеристики местности. За расчетную температуру наружного воздуха принимают среднюю многолетнюю температуру самых холодных суток года. Правильный выбор соответствующего проекта означает, что система отопления теплицы должна быть рассчитана на температуру ниже, чем расчетная температура наружного воздуха данного района. Так, для Москвы расчетная температура наружного воздуха составляет -31°C, и это означает, что в Москве и в Московской области нужно строить теплицы с системой отопления, рассчитанной на температуру -35°C.

Системы отопления типовых весенних пленочных теплиц рассчитываются на температуру наружного воздуха -15 °C.

Если теплицу предприятие или индивидуальный владелец строит самостоятельно, то возникает необходимость в дополнительном расчете и конструировании систем отопления и вентиляции.

Существуют несколько методов теплотехнического расчета теплиц. Более сложные, дающие большую точность, используются в особо ответственных случаях и при проектировании принципиально новых сооружений. Во всех остальных случаях применяются упрощенные методы, которые вполне приемлемы для практических расчетов, тем более если существует аналогичное техническое решение для более крупной теплицы.

В основу всех методов теплотехнического расчета теплицы положен анализ теплового баланса, т. е. алгебраической суммы всех тепловых потоков в сооружении. В статическом режиме, т. е. в периоды, когда температуры внутри и снаружи теплицы постоянны, тепловой баланс равен нулю. В этом случае приходные составляющие потоков тепла равны расходным, в результате чего наблюдается равновесие температур. При переходных, или динамических, режимах соотношение между притоком и расходом тепла изменяется и температура в теплице будет либо повышаться, либо понижаться в зависимости от этого отношения.

Тепловые потоки, способствующие нагреванию теплицы, принято считать положительными, а тепловые потоки, вызывающие понижение температуры, - отрицательными. Одни тепловые потоки могут быть только положительными или только отрицательными, другие в зависимости от температуры меняют направление - их называют знакопеременными.

Как правило, тепловой баланс теплицы рассчитывается для определенного периода времени. Например, при определении мощности (теплопроизводительности) системы отопления пользуются составляющими теплового баланса за секунду или за час, расчет потребляемой тепловой энергии ведется за сутки, месяц или год.

Составляющие теплового баланса для всего сооружения в целом обозначаются прописными латинскими буквами, а удельные тепловые потоки, отнесенные

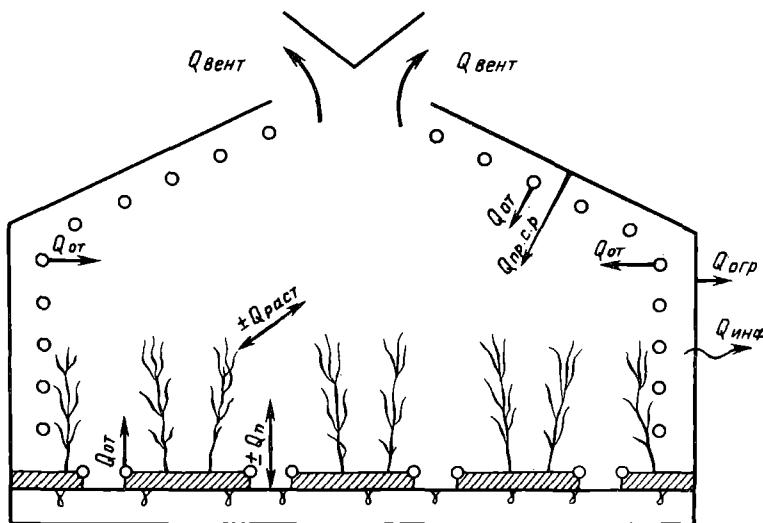


Рис. 23. К расчету теплового баланса теплицы

к единице площади сооружения, строчными буквами. В международной системе единиц СИ для измерения тепловых потоков служит джоуль (Дж, МДж, ГДж). Несистемной единицей является калория (кал, ккал, Мкал, Гкал). Интенсивность теплового потока (тепловая мощность) измеряется в ваттах (Вт, кВт, МВт). Несистемной единицей является калория в минуту (или час). Соотношения между несистемными единицами и единицами СИ следующие: 1 Дж = 4,19 кал, 1 Вт = 0,86 ккал/ч.

Рассмотрим более подробно *тепловой баланс* теплицы. На тепловой режим воздушной среды оказывают влияние различные тепловые потоки (рис. 23): положительные тепловые потоки: проникающая солнечная радиация $Q_{пр.с.р}$, теплоотдача системы отопления - $Q_{от}$;

отрицательные тепловые потоки: потери тепла через ограждение - $Q_{огр}$, потери тепла через неплотности в ограждении (инфилтратция) - $Q_{инф}$, потери тепла вследствие регулируемого воздухообмена (вентиляция) - $Q_{вент}$;

знакопеременные тепловые потоки: теплообмен с почвой - $Q_{почв}$, теплообмен с растениями - $Q_{раст}$.

В зависимости от целей и требуемой точности расчетов в каждом конкретном случае в тепловой баланс включают все или несколько составляющих. Например, при расчете требуемой теплопроизводительности системы отопления исключают составляющую солнечной радиации, так как расчет ведут для самого холодного периода суток - ночи. При расчетах систем вентиляции не учитывают теплоотдачу системы отопления, поскольку режим вентиляции осуществляется в основном в летний период, при отключенном отоплении.

Проникающая солнечная радиация. В справочной литературе о климате приводятся сведения о приходе солнечной радиации на горизонтальную поверхность за час, сутки, месяц и год. Доля солнечной радиации, проникающей в теплицу, зависит от времени года, географического положения, конструктивных особенностей сооружений и чистоты светопрозрачного ограждения. Эта совокупность

факторов характеризуется коэффициентом проницаемости (K_{ap}) для новых теплиц, значения которого в зависимости от времени года следующие:

Январь	0,5
Февраль	0,6
Март	0,65
Апрель	0,75
Май-июль	0,8
Август	0,75
Сентябрь	0,65
Октябрь	0,6
Ноябрь-декабрь	0,5

Проникающая солнечная радиация, МДж, определяется следующим образом:

$$Q_{ap.c.p} = K_{ap} Q_{c.p} S_t \quad (1)$$

где K_{ap} - коэффициент проницаемости; $Q_{c.p}$ - солнечная радиация на горизонтальную поверхность, МДж/ m^2 ; S_t - площадь теплицы, m^2 .

Теплоотдача системы отопления. Значения тепловых потоков от теплотехнического оборудования зависят от площади теплообменных поверхностей, температурного перепада и интенсивности теплообмена, определяемого коэффициентом теплопередачи. В общем случае теплоотдачи, кВт, определяется по следующей формуле:

$$Q_{ot} = K_{ot} S_{ot} (t_{ot.c.p} - t_{vn}) \cdot 1000, \quad (2)$$

где K_{ot} - коэффициент теплоотдачи, Вт/ ($m \cdot ^\circ C$), принимаемый для гладких труб равным 12 Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$), для водяных калориферов - 25 Вт/ ($m^2 \cdot ^\circ C$); S_{ot} - поверхность отопительных приборов,

m^2 ; $t_{ot.c.p}$ - средняя температура отопительных приборов, равная среднему арифметическому значению температур на входе в теплообменное оборудование и выходе из него, $^\circ C$; t_{vn} - температура воздуха в теплице, $^\circ C$.

Потери тепла через ограждение. Любое сооружение теряет тепло из-за теплопередачи через ограждение, регулируемого и нерегулируемого воздухообмена. Наиболее значительные потери тепла, особенно в зимнее время, наблюдаются через элементы ограждения. Теплопередача, кВт, пропорциональна площади ограждения, температурному перепаду и теплофизическим свойствам материала покрытия:

$$Q_{opr} = K_{opr} K_t S_t (t_{vn} - t_n) \cdot 1000, \quad (3)$$

где Q_{opr} - теплопотери через ограждение, кВт; K_{opr} - коэффициент ограждения, представляющий собой отношение площади ограждения к инвентарной площади, K_{opr} принимается равным 1,3 для типовых блочных теплиц и 1,5 для ангарных, для индивидуальных проектов теплиц K_{opr} рассчитывается; K_t - коэффициент теплопередачи, характеризующий теплофизические свойства материала покрытия и условия теплообмена, K_t принимается равным 6,4 Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$) для стекла и 7,5 Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$) для пленочных теплиц, для двойного стеклянного ограждения $K_t = 3,3$ Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$), для двойного пленочного ограждения $K_t = 4,6$ Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$); S_t - площадь сооружения, m^2 ; t_{vn} , t_n - температуры внутри и снаружи теплицы, $^\circ C$.

Потери тепла вследствие инфильтрации. Теплопотери, связанные с нерегулируемыми воздухообменом и вентиляцией теплицы, как правило, определяются

опытным путем, поскольку методы расчета этих составляющих достаточно сложны и трудоемки.

Потери тепла, обусловленные проникновением холодного воздуха через неплотности в ограждения (инфилтрацией), на основании экспериментальных исследований рассчитываются в зависимости от теплопотерь через ограждение и составляют в среднем 20 % теплопотерь через ограждение:

$$Q_{\text{ппф}} = 0,2 Q_{\text{огр}}. \quad (4)$$

Теплообмен с окружающей средой через вентиляционные отверстия. Потери тепла через фрамуги, кВт, зависят от площади фрамуг, скорости движения воздуха в вентиляционных проемах и разности температур воздуха внутри и снаружи теплицы:

$$Q_{\text{вент}} = \mu S v \gamma_b C_b (t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}}), \quad (5)$$

где μ - коэффициент расхода через систему вентиляции, равный 0,65; S - площадь приточных или вытяжных отверстий, м^2 ; v - скорость движения воздуха в вентиляционных проемах, $\text{м}/\text{с}$; γ_b - плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; $t_{\text{вн}}$, $t_{\text{вн}}$ - температуры внутри и снаружи теплицы, $^{\circ}\text{C}$; C_b - теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/\text{кг}$.

При расчете систем вентиляции теплиц считают, что воздухообмен вызывается только гравитационным фактором, влияние ветра не учитывают. Скорость движения воздуха, $\text{м}/\text{с}$, в вентиляционных проемах определяют следующим образом:

$$v = (gh(\gamma_{\text{вн}} - \gamma_{\text{вн}})H)/\gamma_{\text{вн}}, \quad (6)$$

где g - ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; h - высота теплицы, м; $\gamma_{\text{вн}}$, $\gamma_{\text{вн}}$ - плотность воздуха внутри и снаружи теплицы, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Теплообмен с растениями и почвой. Температура воздушной среды теплицы зависит не только от воздействия солнечной радиации и систем отопления и вентиляции, но и от взаимодействия воздушной среды с почвой и растениями. И почва, и растения в основном взаимодействуют с воздухом путем конвективного теплообмена и испарения влаги, причем вследствие небольшой разности температур между почвой и воздухом, с одной стороны, и растениями и воздухом, с другой, теплообмен путем испарения значительно превышает конвективную составляющую.

Конвективный теплообмен вычисляют по формуле

$$Q_x = a S (t - t_{\text{вн}}) \cdot 1000, \quad (7)$$

где Q_x - тепловой поток с растений или почвы, кВт; a - коэффициент теплоотдачи поверхности растений или почвы, $a = 5 \div 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$; S - поверхность растений или почвы, м^2 ; t - температура растений или почвы, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{вн}}$ - температура воздуха в теплице, $^{\circ}\text{C}$.

Теплообмен путем транспирации (испарения воды листьями растений) и испарения влаги из почвы рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{тр}} = rmS, \quad (8)$$

где r - теплота парообразования, $r = 2257 \text{ кДж}/\text{кг}$; m - скорость транспирации, $m = 0,03 \div 0,3 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; S - площадь растений или почвы, м^2 .

2.2. МЕТОДЫ ПРИБЛИЖЕННЫХ РАСЧЕТОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЙ И ВЕНТИЛЯЦИИ ТЕПЛИЦ

Наиболее часто уравнения теплового баланса используют для расчета мощности (теплопроизводительности) системы отопления. При этих расчетах не учитывают солнечную радиацию (ночной режим), потери тепла на вентиляцию. В начальный период развития растений теплообменом с растениями ввиду его незначительности пренебрегают. В этом случае система отопления воздуха должна компенсировать теплопотери через ограждение и на инфильтрацию. При отсутствии системы обогрева почвы учитывают и теплопотери через грунт:

$$Q_{\text{отв}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{почв}}. \quad (9)$$

В расчетных формулах внутреннюю температуру воздуха для зимних теплиц принимают равной 15 °C, температуру наружного воздуха — равной средней многолетней для самых холодных суток для данного географического района и периода эксплуатации.

Для упрощения расчетов теплопотери через почву, так же как и потери на инфильтрацию, выражают в долях теплопотерь через ограждение (в среднем 0,03).

Тогда общая теплопроизводительность системы, кВт, отопления

$$Q_{\text{отв}} = 1,23 K_{\text{огр}} K_r S_T (t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}}) \cdot 1000. \quad (10)$$

Если в теплице проектируется и система обогрева почвы, теплопроизводительность системы обогрева почвы рассчитывается без учета теплопотерь через почву:

$$Q_{\text{отв}} = 1,2 K_{\text{огр}} K_r S_T (t_{\text{вн}} - t_p) \cdot 1000, \quad (11)$$

где $K_{\text{огр}}$ — коэффициент ограждения теплицы [см. формулу (3)]; K_r — коэффициент теплопередачи, принимаемый в соответствии с указаниями в формуле (3); S_T — площадь теплицы, м²; $t_{\text{вн}}$ — температура воздуха в теплице, °C; t_p — расчетная температура наружного воздуха, °C.

Для расчета системы отопления почвы используют нормативный коэффициент:

$$Q_{\text{отв}} = 0,06 Q_{\text{огр}}. \quad (12)$$

Конструктивный расчет систем отопления теплиц проводят в зависимости от выбранного типа системы. Если теплицу предполагается отапливать при помощи металлических труб с циркулирующим теплоносителем, определяют необходимое количество труб, их массу и расположение в теплице. При расчете воздушно-калониферного отопления определяют количество агрегатов и их расположение в теплице.

Количество агрегатов для обогрева теплицы устанавливают по обеспеченности необходимой суммарной теплопроизводительности:

$$N = Q_{\text{отв}} / (Q_{\text{агр}} K_3), \quad (13)$$

где $Q_{\text{отв}}$ — необходимая теплопроизводительность системы отопления, кВт; $Q_{\text{агр}}$ — теплопроизводительность отдельного агрегата, кВт (табл. 4 и .5); K_3 — коэффициент запаса, равный 1,15.

При расчете водотрубной системы отопления вначале определяют требуемую площадь поверхности, м², отопительных приборов

$$S_{\text{огр}} = Q_{\text{отв}} \cdot 1000 / (K_{\text{огр}} (t_{\text{отв}} - t_{\text{вн}})), \quad (14)$$

Таблица 4. Технические данные воздушно-отопительных агрегатов

Марка агрегата	Производительность, кВт, при теплоносителе	Производительность по воздуху, тыс. м ³ /ч	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг
	пар (294 кПа)	вода (130-70 °С)		
АПВС-50/30	58,2	35	3,3	100
АПВС-70/40	79,7	45,4	3,9	163
АПВС-110/80	128	93,2	6,9	220
АПВ-200/140	233	163	13,9	600
АПВ-280/190	326	221	18,8	813
СТД-300М*	298	368	28,8/25	4,5
СТД-100	129	75	8,49	0,6
A-53	54	32,7	3	0,18

* Рабочее давление пара для агрегата СТД-300М 687 кПа, температура воды 150-70 °С; в числителе приведены данные для теплоносителя пара, в знаменателе — для теплоносителя воды.

где $Q_{\text{от.в}}$ - необходимая теплопроизводительность системы отопления воздушного шатра, кВт; $K_{\text{ср}}$ - коэффициент теплопередачи для труб, равный 12 Вт/(м² °С) для гладких труб, 10 Вт/(м² °С) для полиэтиленовых труб подпочвенного обогрева и 6 Вт/(м² °С) для стальных оребренных труб; $t_{\text{от.ср}}$ - средняя температура труб в системе отопления, которая зависит от температуры теплоносителя:

для перепада температур в системе отопления 45 - 35 °С (подпочвенный обогрев)

$$t_{\text{от.ср}} = (45 + 35)/2 = 40^{\circ}\text{C};$$

для перепада 95-70 °С

$$t_{\text{от.ср}} = (95 + 70)/2 = 82,5^{\circ}\text{C};$$

для перепада 130-70 °С

$$t_{\text{от.ср}} = (130 + 70)/2 = 100^{\circ}\text{C};$$

для перепада 150—70 °С

$$t_{\text{от.ср}} = (150 + 70)/2 = 110^{\circ}\text{C};$$

$t_{\text{вн}}$ - расчетная температура воздуха в теплице, °С.

Для системы отопления используют трубы диаметром условного прохода (внутренним) 25, 32, 40, 50, 70, 80 и 100 мм. Общую длину, м, труб определяют по формуле

$$L = S_{\text{ср}}/S_{\text{вн}}, \quad (15)$$

Т а б л и ц а 5. Основные технические данные теплогенераторов и воздухонагревателей

Показатель	Тип агрегата							
	ТГ-75	ТГ-150	ТГ-1	ТГ-2,5	ОВА-150	ВПТ-400	ВПТ-600	ТГ-400
Теплопроизводительность по воздуху с теплообменником, кВт	87,3	174,5	116,3	291	-	350	525	
Теплопроизводительность на смеси топочных газов с воздухом, кВт	-	-	-	96,3	154,3	465	700	465
Расход воздуха, м ³ /ч	5300	7400	5700	15 000	10 000	25 000	40 000	30 000
Нагрев воздуха, °С	60	70	59	52	45-50	50	50	45-50
Количество воды, подогреваемой в теплогенераторе на 50 °С, л/ч	100	200			200-700*			
Вид топлива	Керосин	Керосин	Керосин	Керосин	Природный газ	Керосин	Керосин	Природный газ
Расход топлива, кг/ч	8	19	12	30	18 м ³ /ч	40	60	52 м ³ /ч
Длина, мм	972	2350	1830	2830	1175	4130	4710	4300
Ширина, мм	900	920	1040	1570	590	1200	1350	
Высота, мм	2110	1780	900	1200	1562	1650	2000	1500
Масса, кг	580	625	340	660	220	1000	1430	780
Потребляемая мощность, кВт	2,3	4,5	2,3	3	2,3	3	4,5	17,5

* Температура горячей воды 95 °С.

где $S_{\text{ст}}$ – площадь поверхности 1 м трубы (табл. 6). Температурные графики систем отопления определяются в технических условиях на стадии проектирования теплицы энергоснабжающими организациями. В графике указывается температура первичного и вторичного теплоносителя для расчетной температуры наружного воздуха.

В качестве примера рассчитаем систему отопления для блочной остекленной теплицы площадью 1000 м² для условий эксплуатации в Подмосковье.

Теплопроизводительность системы отопления воздуха зимней блочной теплицы

$$\begin{aligned} Q_{\text{от.в}} &= 1,2 \cdot K_{\text{отр}} \cdot K_t \cdot S_{\text{ст}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{в.п}}) \cdot 1000 = \\ &= 1,2 \cdot 1,3 \cdot 6,4 \cdot 1000 \cdot (15 + 31) \cdot 1000 = 459,26 \text{ кВт.} \quad (16) \end{aligned}$$

Требуемая поверхность отопительных приборов (труб) при отопительном графике 130–70 °C составит

$$\begin{aligned} S &= Q \cdot 1000 / [K_{\text{от}} \cdot t_{\text{от.сп}} - t_{\text{вн}})] = \\ &= 459,26 \cdot 1000 / [10 \cdot (100 - 15)] = 540,3 \text{ м}^2 \quad (17) \end{aligned}$$

Общая длина труб внутренним диаметром 51 мм для теплицы

$$L = S_{\text{ст}} / S_{\text{т.п.}} = 540,3 / 0,16 = 3376,9 \text{ м.} \quad (18)$$

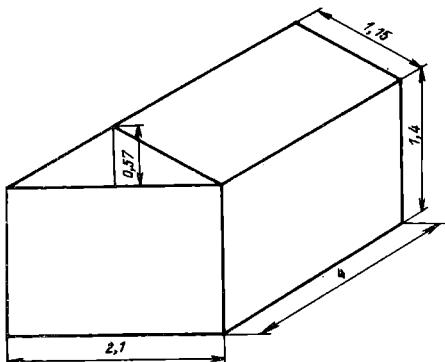
При расчете системы отопления индивидуальной пленочной теплицы вначале необходимо уточнить, в каких условиях будет работать проектируемая система

Таблица 6. Технические данные стальных и стеклянных отопительных труб

Внешний диаметр, мм	Толщина стенок, мм	Площадь поверхности трубы, м ²	Масса 1 м трубы, кг
32	2,0	0,100	1,48
38	2,0	0,119	1,78
45	2,0	0,141	2,12
51	2,5	0,160	2,99
57	2,5	0,179	3,36
76	2,8	0,239	5,06
89	2,8	0,279	5,95
114	2,8	0,358	7,68
133	3,2	0,418	10,25
159	3,2	0,499	12,30
219	5,0	0,688	26,39
273	7,0	0,857	45,92
140/51 (оребренная)	2,5	1,020	6,30
40 X 3000*		0,126	1,70
60 X 3000*		0,188	3,00

* Трубы стеклянные; все остальные трубы – из стали.

Рис. 24. К расчету коэффициента ограждения теплицы "Урожай"



Рассчитаем потребную теплопроизводительность системы отопления для ранних и поздних сроков ввода в эксплуатацию пленочной теплицы типа "Урожай". Вначале определим коэффициент ограждения теплицы. Площадь ограждения теплицы (рис. 24) образуют боковые и торцевые стены и кровля, суммарная их поверхность

$$S_{огр} = 1,4 \cdot 12,2 + 1,15 \cdot 2 + 2,1 \cdot 0,5 = 27,3 \text{ м}^2 \quad (19)$$

Коэффициент ограждения

$$K_{огр} = S_{огр}/S_t = 27,3/(2,1 \cdot 4) = 3,25. \quad (20)$$

Требуемая производительность системы отопления для раннего периода эксплуатации без системы отопления почвы

$$\begin{aligned} Q_{отв} &= 1,23 K_{огр} K_t S_t (t_{вн} - t_{в}) / 1000 = \\ &= 1,23 \cdot 3,25 \cdot 7,5 \cdot 8,4 \cdot (12 + 15) / 1000 = 6,8 \text{ кВт.} \end{aligned} \quad (21)$$

Система отопления для поздних сроков эксплуатации (для защиты растений от возвратных заморозков) будет значительно меньшей мощности (при условии поддержания в теплице температуры +5 °C)

$$Q_{отв} = 1,23 \cdot 3,25 \cdot 7,5 \cdot 8,4 \cdot (5 + 5) / 1000 = 2,52 \text{ кВт.} \quad (22)$$

Можно решить и обратную задачу, т. е. определить возможную защищенность растений при установке в теплице нагревательного устройства заданной производительности. Рассчитаем, какую температуру может обеспечить в теплице электротепловентилятор "Ветерок" мощностью 1,25 кВт при температуре наружного воздуха -5 °C. Воспользуемся формулой (10) для определения теплопроизводительности системы отопления:

$$Q_{отв} = 1,23 K_{огр} K_t S_t (t_{вн} - t_{в}) / 1000. \quad (23)$$

Отсюда

$$t_{вн} = 1000 Q_{отв} / (1,23 K_{огр} K_t S_t) + t_{в} =$$

ма. Если теплица предназначена для ранней эксплуатации, что предполагает покрытие ее пленкой и включение системы отопления в апреле, то нужно в расчетах принимать температуру наружного воздуха, равную -15 °C. При поздних сроках эксплуатации (май, июнь) достаточно обеспечить защиту растений от возвратных заморозков (до -5 °C). И в том, и в другом случае внутреннюю температуру принимают для огурцов +12 °C, для томатов +8 °C, для зеленных культур +5 °C.

$$= 1250 / (1,23 \cdot 3,25 \cdot 7,5 \cdot 8,4) \cdot -5^{\circ}\text{C} = -0,04^{\circ}\text{C}. \quad (24)$$

Расчет показал, что указанное нагревательное устройство может быть использовано в теплице для защиты от заморозков до -5°C .

Систему отопления почвы обычно не рассчитывают, а выбирают по аналогии с промышленными типовыми теплицами. При использовании водотрубной системы из полиэтиленовых труб их располагают с шагом 0,75-0,80 м в овощных теплицах и 0,4 м в рассадных. Более подробно об устройстве отопления почвы будет рассказано ниже.

В индивидуальных теплицах с обогревом воздуха мощность системы отопления почвы принимается равной 40-50 Вт/м², без обогрева воздуха 80-100 Вт/м².

• Систему вентиляции также специально не рассчитывают, а используют нормативные коэффициенты, полученные опытным путем. Для систем с естественной вентиляцией доля раскрывающихся фрамуг должна составлять 5-10% площади ограждения для центральных районов и 10-15% для южных районов. Для проектирования побудительной вентиляции при помощи электровентиляторных агрегатов пользуются нормативной кратностью воздухообмена. Для индивидуальных теплиц расчетная подача вентиляторов должна составлять не менее 1 м³/мин на 1 м² площади теплицы, для промышленных типовых теплиц блочного типа - 1,5 м³/мин, для ангарных теплиц - 2 м³/мин.

2.3. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦ

Системы отопления промышленных теплиц различают по виду и параметрам теплоносителя и первичной энергии, типу нагревательных приборов.

По виду теплоносителя различают системы с водяным и воздушным обогревом. В теплицах с водяным отоплением используют горячую или перегретую воду с температурой на входе в систему 95, 130 и 150 °C, на выходе 70 °C. При обогреве почвы применяют воду с температурой 45-35 °C.

В воздушных системах отопления используют различные воздухонагреватели или теплогенераторы, осуществляющие нагрев воздуха сооружения. В качестве первичного вида энергии в таких устройствах используют тепловую (в виде пара или горячей воды), химическую, преобразуемую в тепловую при сгорании жидкого или газообразного топлива, электрическую энергию. Как правило, воздухонагреватели имеют узел преобразования энергии и вентилятор с электроприводом, осуществляющий интенсивный съем тепла с узла преобразования за счет воздушного потока.

Устройства с паром или водой в качестве первичного теплоносителя получили название калориферов или отопительно-вентиляционных агрегатов (калорифер плюс вентилятор). Газовые и жидкотопливные воздухонагреватели часто называют теплогенераторами. Технические данные воздушно-отопительных агрегатов, применяемых для обогрева теплиц, приведены в табл. 4 и 5.

Для отопления теплиц не рекомендуется использовать встроенные или близко расположенные котельные, работающие на твердом топливе, так как последние значительно снижают светопроницаемость ограждения.

По конструкции и типу нагревательных приборов различают гладкотрубные и конвекторные водяные системы отопления, воздушные системы с сосредоточенной раздачей теплового воздуха и с распределением его при помощи воздуховодов, комбинированные системы отопления.

Наиболее распространенной, особенно в зимних блочных теплицах, является трубная система отопления. Трубы отопления размещают вдоль бокового ограждения (пять-семь труб по высоте), на почве и непосредственно под остеклением шатра. Для обеспечения равномерности температурного поля по высоте теплицы

40-50 % всех приборов размещают в припочвенном пространстве. Трубы надпочвенного обогрева укладывают с шагом 0,8 м и соединяют попарно, в результате образуются удобные пути для транспортирования урожая при помощи тележек (рис. 25). К магистральным трубопроводам система надпочвенного обогрева присоединяется гибкими шлангами. Для надпочвенного и кровельного отопления используют трубы диаметром 45, 51 и 57 мм, для бокового обогрева - 51 и 76 мм.

Для циркуляции горячей воды в системе отопления устанавливают насосы, включаемые обычно в обратный трубопровод (при этом создается более благоприятный режим работы насоса).

Трубная система отопления проста по конструкции, создает равномерное температурное поле и, что самое главное, обогревает не столько теплицу, сколько растения благодаря лучистой составляющей. При температуре поверхности труб 90-100 °С доля радиационного обогрева составляет около 50 %. Это особенно важно в зимнее время при недостатке солнечного излучения.

Существенным недостатком водотрубной системы отопления является большая металлоемкость ($10-12 \text{ кг}/\text{м}^2$). Для экономии металла (до $7 \text{ кг}/\text{м}^2$) и снижения инерционности в некоторых проектах зимних теплиц применяют комбинированную систему отопления, в которой примерно 50 % теплопотерь покрываются за счет труб, а 50 % - за счет воздушно-отопительных агрегатов. Такая система применяется в ангарных теплицах по типовому проекту 810-95.

Во всех типовых теплицах круглогодового использования почву обогревают при помощи полиэтиленовых труб диаметром 20-40 мм, укладываемых на глубину



Рис. 25. Трубы надпочвенного обогрева в блочной теплице

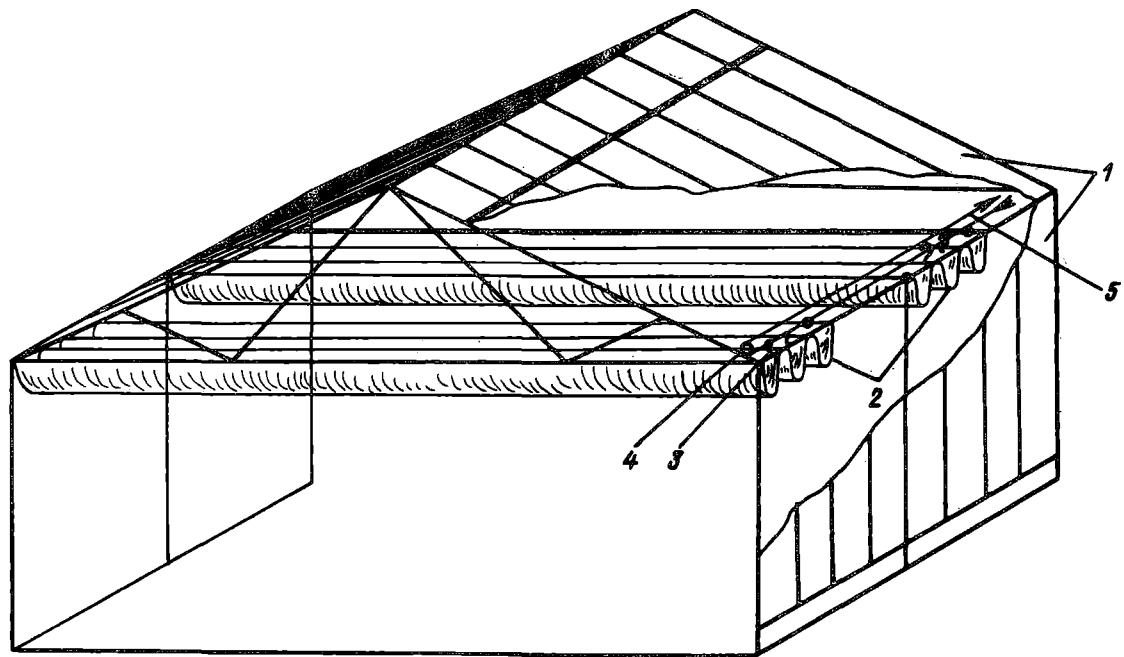


Рис. 26. Трансформирующийся теплозащитный экран:

1 — остекление; 2 — полотно экрана; 3 — крючки подвеса; 4 — блок; 5 — трос

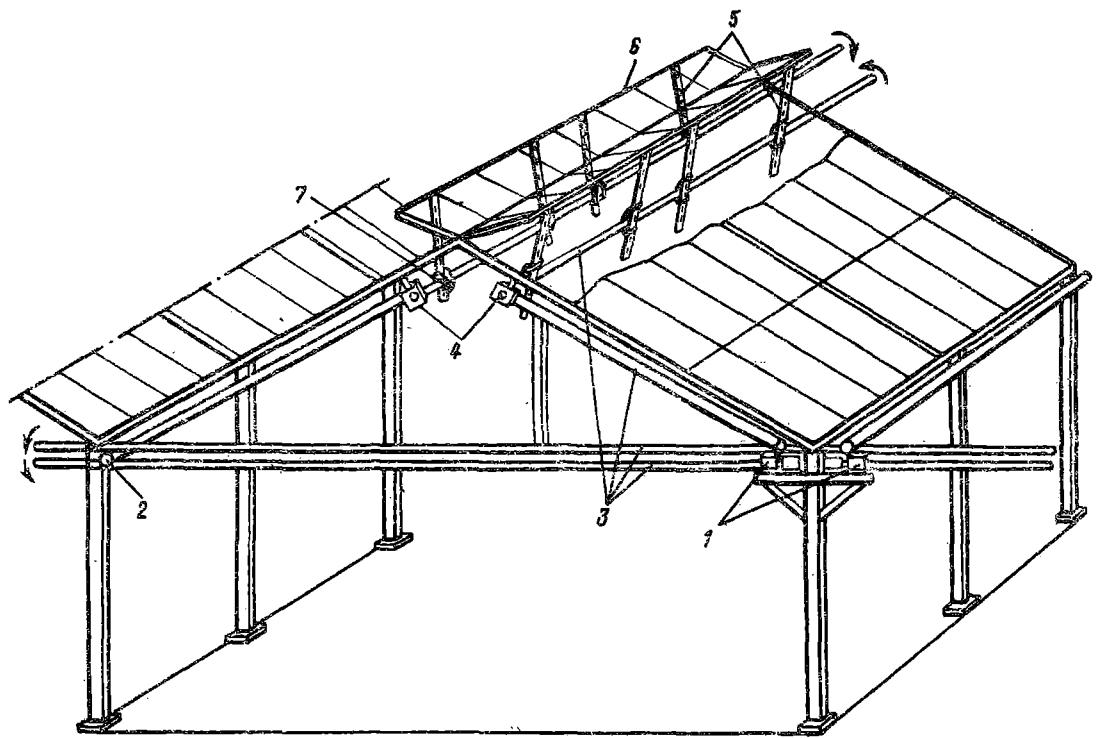


Рис. 27. Схема вентиляции блочной теплицы:

1 — мотор-редуктор; 2 — цилиндрический редуктор; 3 — приводные валы; 4 — червячный редуктор;
5 — рейки; 6 — форточки; 7 — обойма со звездочкой

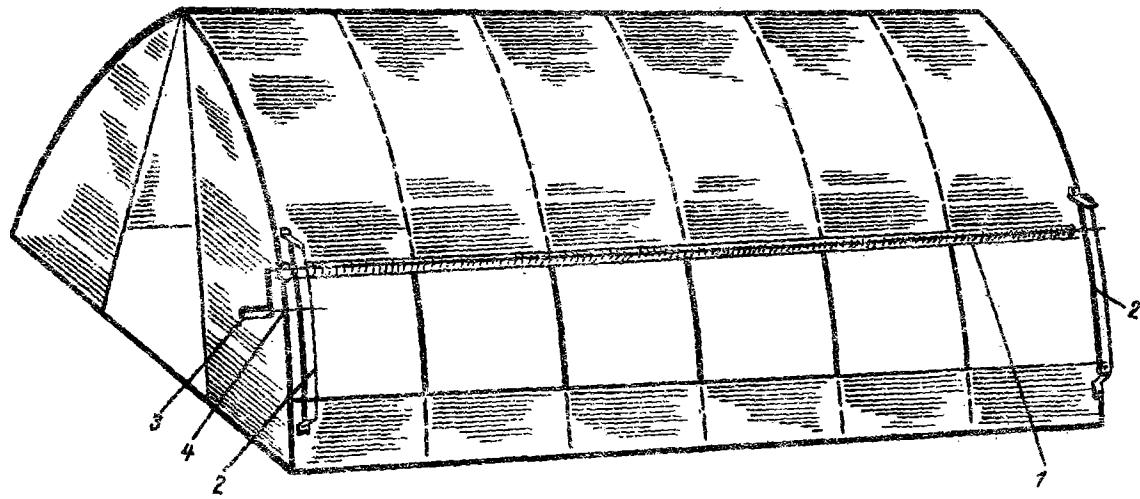


Рис. 28. Шторная вентиляция пленочной теплицы:

1 — вал (труба $d = 32 \div 57$ мм); 2 — ограничители; 3 — рукоятка; 4 — фиксатор

бину 40-50 см с шагом 0,8 м для овощных и 0,4 м для рассадных теплиц. Температура теплоносителя в системах подпочвенного обогрева принята невысокой (4,5-35 °С), чтобы обеспечить равномерный обогрев почвы и предотвратить ее подсыхание. Сплошной подпочечный обогрев дополняется контурным обогревом, предотвращающим утечку тепла из почвы через фундаменты при низких температурах наружного воздуха. Система контурного обогрева почвы состоит из металлических труб диаметром 57-100 мм с хорошей гидроизоляцией для предотвращения коррозии. Их закладывают по периметру теплицы на глубине 0,4-0,6 м.

В целях экономии энергии при выращивании растений в теплицах применяют теплозащитные экраны. Такие экраны способны сократить расход тепловой энергии на 30-40 % в год, однако они снижают проникновение солнечной энергии в теплицу. Чтобы избежать потери светопроницаемости, теплозащитные экраны конструктируют трансформирующими, в светлое время суток они при помощи специальных механизмов складываются, а в темный период разворачиваются, обеспечивая экономичную работу теплицы (рис. 26).

Особое место в конструкции теплиц занимает система вентиляции, являющаяся по сути частью самой конструкции каркаса. Конструктивно система вентиляции выполнена в виде сплошных фрамуг, устанавливаемых вдоль конькового элемента (в ангарных теплицах - и в боковых стенах) и управляемых независимыми приводами (рис. 27).

В некоторых конструкциях теплиц применяют тросовый привод фрамуг. Кроме того, возможна установка не сплошных, а отдельных форточек. В ангарных пленочных теплицах применяется шторная вентиляция, осуществляемая путем закатывания части пленочного ограждения на специальный вал (рис. 28).

2.4. КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБОГРЕВА И ВЕНТИЛЯЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛИЦ

Как правило, индивидуальные теплицы используются без систем технического отопления. Необходимый для растений температурный режим в них поддерживается благодаря солнечной энергии. Однако при отсутствии систем отопления такие теплицы невозможно эксплуатировать в начале весны, а кроме того, солнечной энергии в дневное время может оказаться недостаточно для поддержания в теплице положительной температуры приочных заморозках.

Значительно повысить эффективность использования солнечной энергии можно путем аккумулирования тепла в грунте в ясные солнечные дни. Теплица такой конструкции разработана Н. И. Гавриловым. Аккумулирование солнечной энергии в теплице достигается путем циркуляции теплого воздуха по асбосиментным трубам диаметром 10-20 см, уложенным в слое глины на глубине 40-50 см. Движение воздуха осуществляется благодаря электровентилятору мощностью 25-30 Вт (рис. 29). При постоянной циркуляции днем теплый воздух, проходя по трубам, отдает тепло слою глины толщиной 20 см и тепличному грунту, а ночью более холодный воздух в теплице нагревается за счет аккумулированного тепла.

Расход электроэнергии за сезон эксплуатации теплицы (май-август) составляет 80-90 кВт • ч. Минимальная ночная температура воз-

духа на 4–5 °С выше, чем в обычной теплице без обогрева. Подробное описание конструкции теплицы приведено в [4, 6, 12].

Улучшить использование солнечной энергии в теплице можно благодаря выносной гелиоустановке, в которой достигается более высокая температура используемого теплоносителя. Одна из возможных конструкций солнечного коллектора разработана в научно-производственном объединении "Армсельхозмеханизация" [13].

Солнечный коллектор (нагреватель) состоит из алюминиевого корпуса площадью 2 м², в котором размещены восемь труб, светопрозрачного ограждения из стекла, теплообменника и тепловой изоляции (рис. 30).

Тепловые трубы в зоне нагревателя снабжены плоскими ребрами, а в зоне теплоотдачи — кольцевыми. В качестве теплоносителя используется фреон, однако схема пригодна и для варианта с заполнением водой. Теплопоглотительная поверхность коллектора покрыта черной матовой краской.

Принцип работы гелионагревательной установки следующий: солнечная радиация, проходя через светопрозрачное ограждение, воспринимается тепловыми трубами и вызывает нагревание воды или испарение фреона. Горячая вода или пары фреона, поднимаясь вверх, охлаждаются в теплообменнике проходящим через него воздухом. Охлаждавшаяся вода или сконденсировавшиеся пары фреона возвращаются в зону нагревания под действием гравитации.

Подобная нагревательная солнечная установка разработана в Новосибирске для обогрева небольшого дома [14]. В ней вторичным тепло-

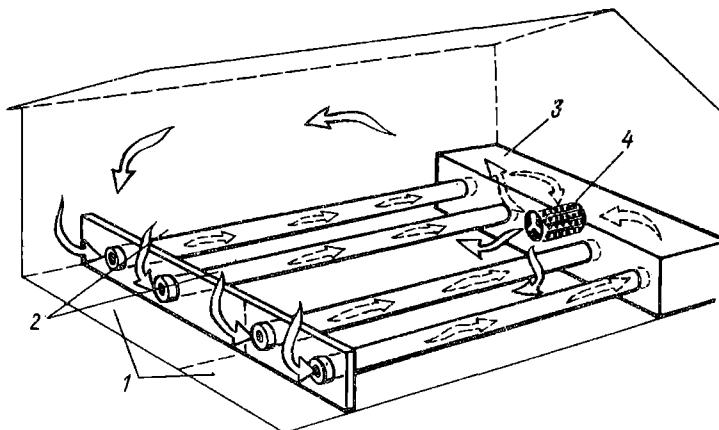


Рис. 29. Схема теплицы с аккумуляцией солнечного тепла в почве:

1 — приямки; 2 — почвенные трубы; 3 — соединительный канал; 4 — вентилятор

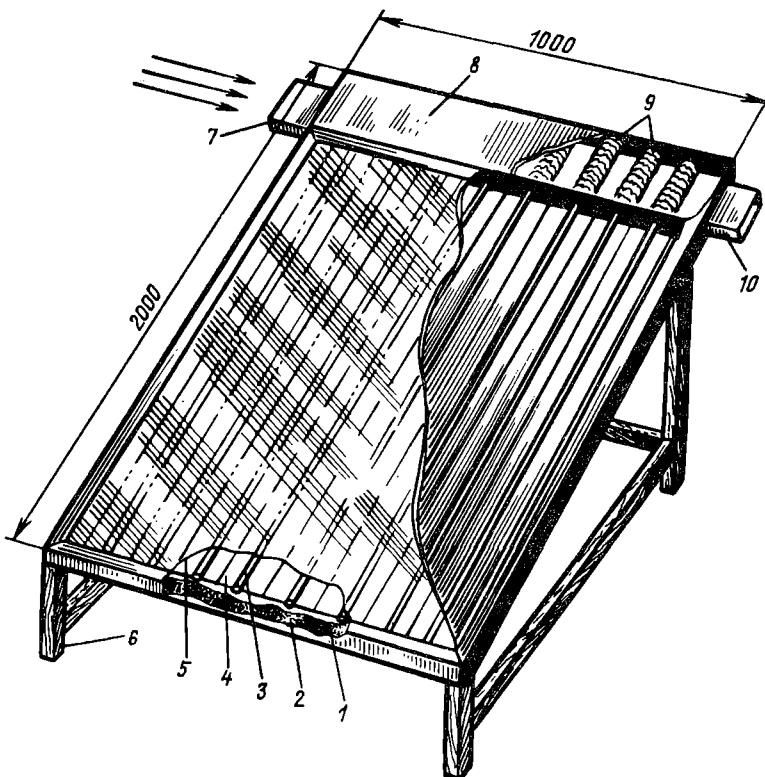


Рис. 30. Солнечный коллектор:

1 — корпус; 2 — теплоизоляция; 3 — тепловая труба; 4 — плоское ребро; 5 — защитное стекло; 6 — кронштейн-основание; 7 — входной патрубок; 8 — теплообменник; 9 — кольцевые ребра; 10 — выходной патрубок воздуховода

носителем также является воздух. Мощность воздушных гелиоустановок в солнечную погоду может достигать 500—800 Вт на каждый квадратный метр площади коллектора.

В качестве вторичного теплоносителя в солнечном нагревателе можно использовать воду, подключая коллектор к водяной системе отопления теплицы и дополнительной емкости для аккумулирования тепла. Конструкция такого коллектора площадью 1,275 м² приведена в журнале "Моделист-конструктор" [15].

Если есть возможность постоянно контролировать температуру в теплице, можно рекомендовать устройство печного отопления. Одна из конструкций печи описана Л. В. Назариновым [4]. Печь предназначена

чена для отопления небольших (до 15 м²) теплиц и состоит из собственно печи, горизонтального дымохода и дымовой трубы. Конструкция печи ясна из рис. 31. Дымоход печи, проходящий под стеллажами в теплице, укладывают с завышением (1,5 см на 1 м длины) к трубе для обеспечения лучшей тяги. Расстояние печи и дымохода от стен теплицы и от верха дымохода до стеллажа должно быть не менее 15 см.

Теплицу можно отапливать и при помощи водяного отопления (рис. 32). Для этого в тамбуре теплицы устанавливают водогрейный котел. Горячая вода из котла поступает по трубе диаметром 76 мм, уложенной под коньком теплицы с небольшим уклоном к коллектору, где распределяется по четырем обогревающим трубам диаметром 57 мм, расположенным под стеллажами. Возле тамбура обогревающие трубы опять соединяются в коллектор, и охлажденная вода по обратному трубопроводу поступает в котел для нагрева.

Циркуляция воды в системе обеспечивается установкой в самой высокой точке теплицы расширительного бака емкостью 20-30 л, соединенного с питающей трубой. Через питательный бак производится также заполнение системы водой. Водяная система отопления более проста и надежна в эксплуатации по сравнению с печной.

Для обогрева воздушной среды теплицы можно использовать различные нагреватели, в том числе работающие на жидком и газообразном углеводородном топливе, а также электрические нагревательные устройства.

В качестве аварийной системы отопления можно использовать бытовые газовые плиты, работающие на сжиженном газе, или бензиновые подогреватели для автотуристов, например "Шмель-2". В этом случае нужно быть предельно аккуратным, применять все меры для предотвращения пожара в помещении и периодически контролировать работу устройств.

Значительно безопасней в пожарном отношении обогреватели беспламенного или каталитического горения. Принцип их работы заключается в том, что пары жидкого топлива (бензина или спирта) окисляются кислородом воздуха в присутствии катализатора непосредственно на поверхности нагревательного элемента. тепло выделяется не за счет сгорания, а за счет химической реакции окисления.

Кatalитический нагреватель мощностью 1,2 кВт выпускается промышленностью. Одна из самодельных конструкций разработана инж. И. Ювенальевым и описана в журнале "Моделист-конструктор" [16]. Мощность нагревателя может достигать 11,6 кВт.

Существует отечественный газовый каталитический обогреватель "Гелиос" мощностью 2 кВт (цена 69,8 руб.). Масса нагревателя 11,6 кг, габаритные размеры 310 x 565 x 400 мм. Нагреватель комплектуется двумя литровыми баллонами со сжиженным пропан-бутаном, которых хватает на 6—7 ч непрерывной работы.

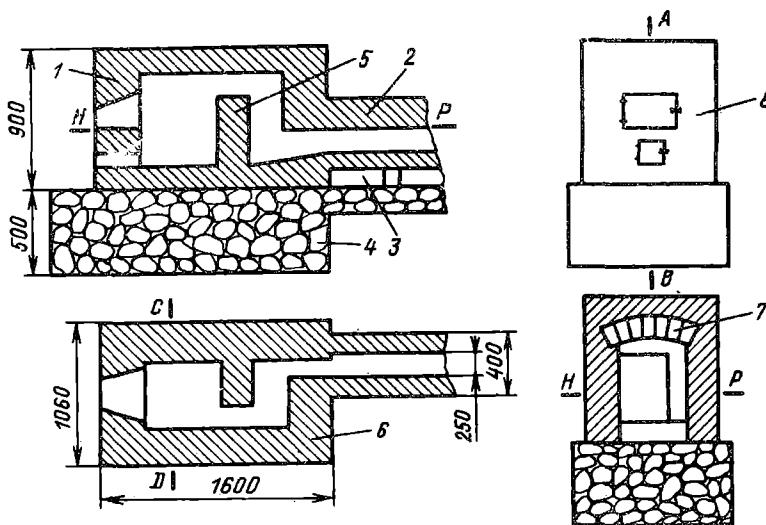


Рис. 31. Тепличная печь:

разрезы по $H-P$, $A-B$, $C-D$; 1 — печь; 2 — дымоход; 3 — шанцы; 4 — фундамент; 5 — перегородка; 6 — стенка в один кирпич; 7 — выстилка в два ряда; 8 — фасад

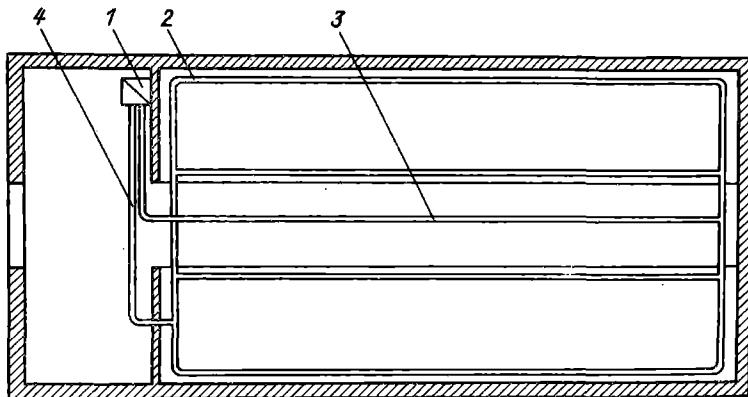


Рис. 32. Водяное отопление в теплице:

1 — котел; 2 — отопительные трубы; 3 — горячая труба; 4 — обратная труба

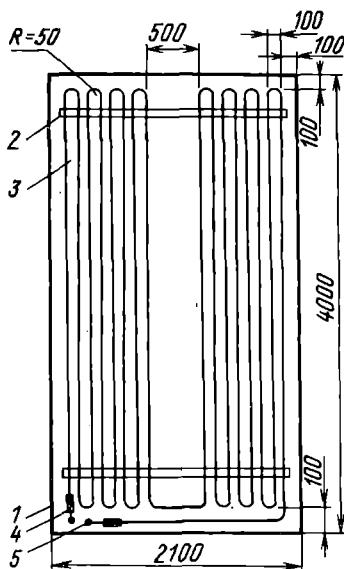
Электронагревательные устройства удобны тем, что процесс обогрева теплицы может быть легко автоматизирован. Однако, как показывают расчеты, прямой обогрев теплиц даже небольшой площади связан с необходимостью установки нагревателей большой мощности, что не всегда возможно по условиям электроснабжения участка.

Если условия электрического ввода нормальные и позволяют подключать токоприемники мощностью до 2 кВт, можно применить бытовые электронагревательные приборы в режиме аккумулирования тепла, используя в качестве аккумулятора грунт теплицы, как предусмотрено в теплице инж. Н. И. Гаврилова. Очень удобны в этом случае различные электротепловентиляторы, например марки "Ветерок" мощностью 1,25 кВт, стоимостью 24 руб.

Специально для индивидуальных теплиц разработан электронагревательный провод, который можно использовать для обогрева как

Рис. 33. Схема укладки нагревательного провода для обогрева почвы:

1 — контур теплицы; 2 — деревянные шаблоны; 3 — нагревательный провод; 4 — соединение; 5 — соединительный провод



почвы, так и воздуха в теплице. Электронагревательное устройство УНГ-1 или УНГ-2 состоит из нагревательного провода типа ПНВСВ длиной 66 м, автоматического выключателя и двухполюсной штепсельной розетки с заземляющим контактом (для УНГ-2). Мощность устройства 1 кВт.

При монтаже нагревательного провода в грунте работы нужно проводить в следующем порядке:

- вырыть котлован глубиной 400—500 мм;
- выровнять и утрамбовать дно котлована;
- насыпать слой керамзита или шебня толщиной 40—50 мм и слой песка толщиной 50 мм;
- у торцевых стенок котлована уложить деревянные шаблоны из бруса сечением 40 x 40 мм с прорезями через 100 мм;
- уложить нагревательный провод в соответствии со схемой (рис. 33);

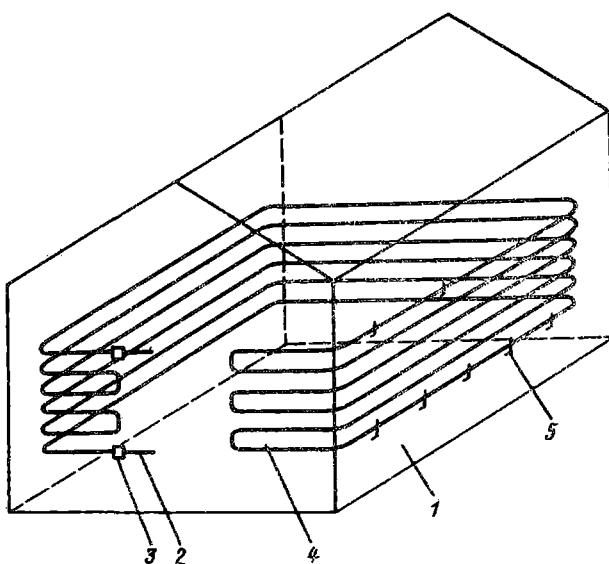


Рис. 34. Схема укладки нагревательного провода для обогрева воздуха:

1 — стена теплицы; 2 — соединительный провод; 3 — соединение; 4 — нагревательный провод; 5 — крючок

смонтированный провод засыпать слоем песка толщиной 50 мм или залить цементным раствором толщиной 30 мм;

поверх песчаной засыпки (или цементной стяжки) насыпать питательную почву слоем 250-300 мм.

Нити нагревательного провода, а также места соединения нагревательного провода с подводящим кабелем не должны касаться друг друга.

При монтаже нагревательного провода для обогрева воздуха необходимо изготовить и закрепить на стенах теплицы поддерживающие крючки и уложить на них провод (рис. 34). Расстояние между крючками по горизонтали 800—1000 мм, по вертикали 100—120 мм и 200 мм от поверхности почвы.

Если технический обогрев в теплице смонтировать по каким-либо причинам не удается, можно значительно улучшить условия выращивания растений за счет биотоплива. В качестве биотоплива можно использовать не только навоз домашних животных, но и бытовой мусор, древесные опилки и кору, растительные остатки и солому.

Разогревают биотопливо за неделю до закладки в теплицу, разрыхляя его вилами. Бытовой мусор и солому укладывают в подготовленную теплицу и поливают горячей водой или навозной жижей. Можно

использовать и 0,6%-ный раствор мочевины. Через 3–4 дня материал разогревается и на него можно насыпать слой почвы. Биотопливо не только обогревает почву, но и улучшает температурный и газовый режим воздуха в теплице.

При наличии обогрева почвы можно защитить растения от небольших заморозков, применяя термосифонные трубы, осуществляющие интенсивный теплообмен между почвой и воздухом в теплице. Термосифоны различных конструкций разработаны в Агрофизическом институте [17]. Одна из конструкций представлена на рис. 35. Термосифон представляет собой металлическую трубу длиной 600 мм и внутренним диаметром 18 мм. Для интенсивной теплоотдачи в верхней части трубы приварено шесть ребер размером 150 x 20 мм. Термосифон этой конструкции устанавливается под углом 60° к горизонту. При

Рис. 35. Термосифон:

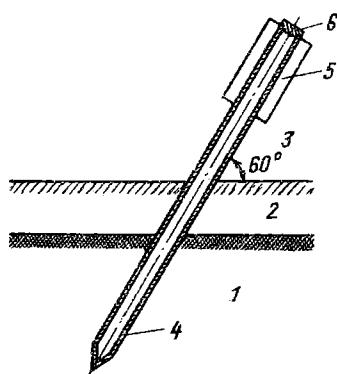
1 — биотопливо; 2 — грунт; 3 — воздушная среда; 4 — корпус сифона; 5 — ребро; 6 — резиновая пробка

установке термосифонов из расчета одно устройство на 0,4 м² площади температура воздуха в теплице может быть повышенна на 2–3 °C.

Вентиляция индивидуальных теплиц, также как и промышленных, осуществляется в основном открытием фрамуг, причем площадь вентиляционных отверстий в центральных районах должна составлять 10%, в южных - 15% площади ограждения теплиц. Вентиляционные проёмы устраивают или в торцевых стенах за счет панорных дверей, в боковых стенах или в кровле (рис. 36, а-в). В теплицах с пленочным покрытием можно закатывать боковое ограждение при помощи специальных валов (рис. 36, г).

Конструктивно форточки можно выполнять с подвесом за одну из сторон к коньку или верхней обвязке боковой стены. Крепят форточки на петлях, для предотвращения утечки теплого воздуха в закрытом состоянии делают специальные уплотнительные прокладки. Для снижения требуемого усилия при открытии и закрытии форточки последняя может иметь ось вращения не по одной из сторон, а с некоторым смещением к центру (рис. 37).

Несколько конструкций самодельных терморегуляторов описаны в журналах. Устройство с масляным гидроцилиндром приведено с



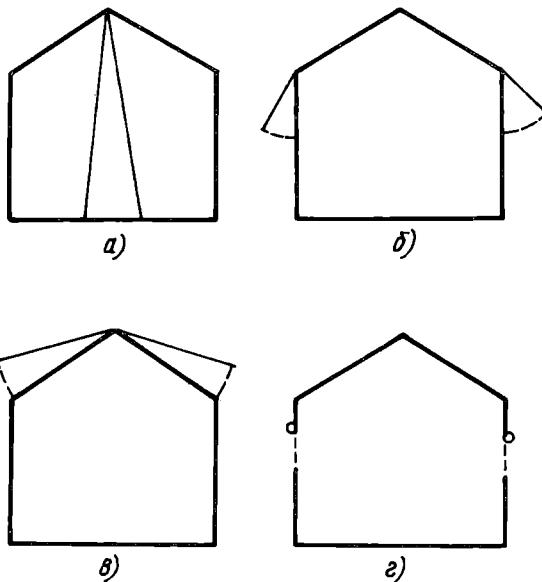


Рис. 36. Схемы расположения форточек в индивидуальных теплицах:

а — раздвижные торцевые; *б* — в боковых стенах; *в* — на кровле; *г* — шторная в боковых стенах

статье В. Артюхова "Безотказный помощник" ("Приусадебное хозяйство" № 3, 1987 г., с. 36). Оригинальный термопривод сконструирован И. Егоровым ("Приусадебное хозяйство" № 3, 1988 г. с. 30). Принцип его действия основан на разности значений температурного коэффициента линейного расширения металла и винипластика. Собственно рабочим органом привода фрамуг является двухслойная пластина размером 1100 x 170 мм, шарнирно соединенная нижней частью с цоколем теплицы и верхней частью — с тягой фрамуги в боковой стенке теплицы. При повышении температуры воздуха пластины изгибаются и открывают фрамугу, охлаждение воздуха приводит к обратному эффекту.

Индивидуальные теплицы можно оборудовать приточно-вытяжной побудительной системой вентиляции. Для этого в одном из торцов теплицы устанавливают электровентилятор с расчетной подачей 1 м³/мин на 1 м² площади теплицы для центральных районов и 1,5 м³/мин для южных. Для вентиляции небольших теплиц вполне пригодны бытовые вентиляторы типа "Орбита" и "Апплерон" производительностью 20-30 м³/мин. Вентиляторы включают на вытяжку, для обеспечения притока воздуха в теплицу с противоположного торца теплицы устанавлива-

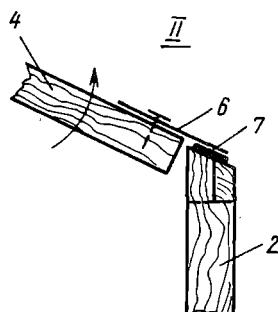
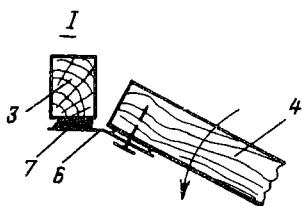
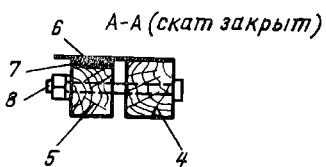
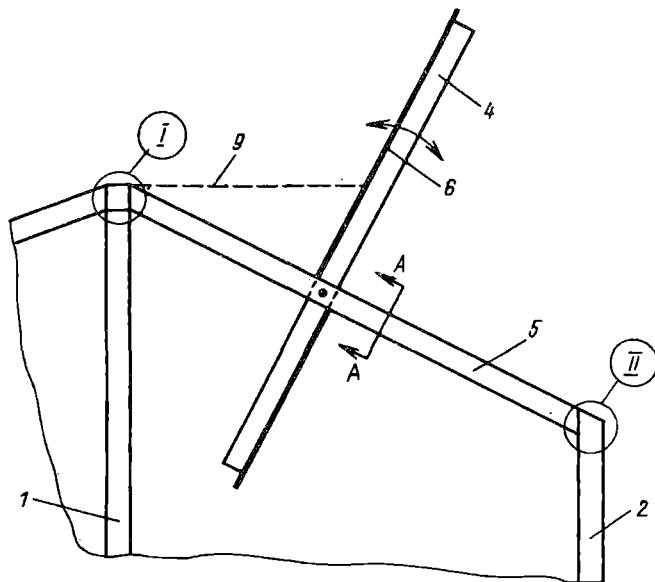


Рис. 37. Конструкция форточки с двумя неравными скатами:

1 — стойка; 2 — боковая стойка; 3 — коньковая рейка; 4 — открывающийся скат; 5 — стропильная рейка; 6 — козырек; 7 - уплотнение; 8 — болт; 9 — оттяжка

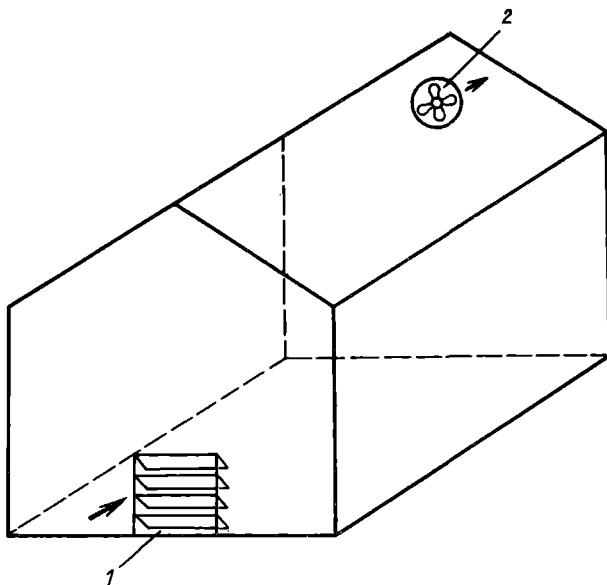


Рис. 38. Побудительная механическая вентиляция теплицы:

1 — приточные жалюзи; 2 — вентилятор

вают жалюзи (рис. 38). Жалюзи должны быть постоянно закрытыми, а при включении в работу вентилятора они открываются благодаря разрежению воздуха в теплице.

Глава третья ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ТЕПЛИЦ

3.1. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ

В теплицах применяются следующие способы выращивания растений: грунтовая культура, культура на соломенных тюках, субирригационная и малообъемная культуры, водная, аэроводная и аэропонная культуры.

Наиболее распространена в нашей стране *грунтовая культура* с выращиванием растений на естественных или искусственно приготовленных грунтах. При строительстве крупных промышленных комплексов

плодородный слой земли снимается, а в готовые сооружения поверх дренажного песчаного слоя в 20 см насыпается питательный слой специально приготовленного грунта толщиной 30 см. По составу насыпные грунты бывают органическими, органо-минеральными и минеральными. Органические грунты, применяющиеся в северных, северо-западных районах и в Сибири, имеют в своем составе один или несколько органических компонентов (торф, опилки, кора, лигнин).

Органо-минеральные грунты, применяющиеся в основном в центральных районах, состоят из смеси торфа или других органических материалов с минеральными компонентами в различных соотношениях. Наиболее распространенным грунтом в теплицах при основной культуре — огурцах является смесь из торфа (50–60%) с легкой песчаной или супесчаной почвой (20-25%) и навозным компостом (20-25% по объему).

Минеральные насыпные грунты, состоящие из гумусового горизонта легких естественных почв с добавлением небольшого количества органического материала, применяются в южных районах страны.

При выращивании овощей в теплицах на грунтах перед их посадкой в грунт вносят часть минеральных удобрений в виде основной заправки. Остальные удобрения вводят по мере потребности через систему полива растений вместе с поливной водой, используя системы дождевания или капельного орощения.

При долговременном использовании грунтов применяют термическую стерилизацию паром. Проводят эту операцию, как правило, в зимнее время. Наиболее распространен шатровый способ пропаривания, заключающийся в том, что пар подается под полотно из термостойкой пленки, плотно закрепленной по периметру. Вся масса грунта должна прогреваться до 70 °С. Время пропаривания отдельных участков 5–10 ч, расход пара 50 кг/м².

В качестве субстрата можно использовать прессованную солому из расчета 12–16 кг на 1 м² теплиц. Наиболее подходящей является пшеничная солома с полей, не обработанных гербицидами.

Тюки соломы укладывают в траншеи, подготовленные машиной МБЗГ-1.0, за две недели до посадки. После этого проводят ферментацию соломы. Вначале ее поливают подогретой до 50–70 °С водой из расчета 1,5–2 л на 1 кг соломы и вводят минеральные удобрения.

При основной заправке тюков на каждые 10 кг соломы вносят следующие удобрения, г: селитры аммиачной — 134, селитры калийной — 126, тройного суперфосфата - 84, известки - 36, сернокислого магния — 20 и сернокислого железа — 30. Удобрения вносят в два приема. Вначале дают половину дозы азотных и калийных удобрений в сухом виде и поливают тюки водой. Через 2–3 дня вносят оставшийся азот, фосфорные, калийные, магниевые удобрения и железо, а еще через 2–3 дня — известки.

Температура соломенных тюков после внесения азотных удобрений в результате интенсивных процессов разложения повышается до 50 °С. После снижения температуры до 30 °С на поверхность тюков насыпают слой почвы толщиной 5-10 см, в который высаживают рассаду.

Выращивание растений на грунте и соломенных тюках с большим объемом субстрата (100—200 л) на одно растение — самый простой и надежный технологический прием. В большие объемы можно сразу внести значительные дозы минеральных удобрений в основную засадку и тем самым упростить и облегчить контроль минерального питания. Однако это преимущество переходит в недостаток, особенно при смене культуры, например огурцов на томаты. В результате боль-

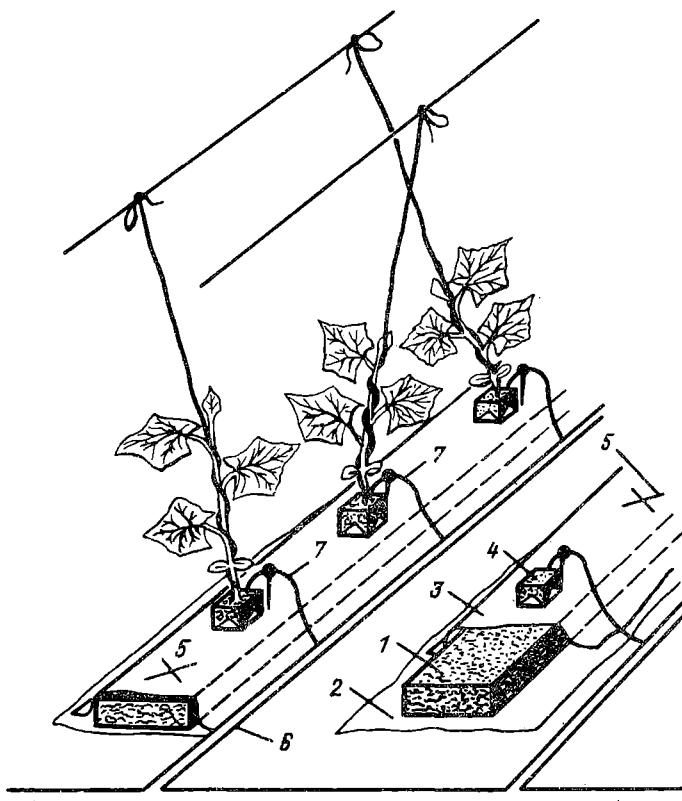


Рис. 39. Принцип выращивания овощей на минеральной вате:

1 — минераловатная плита; 2 — подстилающая пленка; 3 — покровная светопроницаемая и светоотражающая пленка; 4 — Питательный рассадный кубик из минеральной ваты; 5 — крестообразный разрез; 6 — поливочный трубопровод; 7 — капельница

ших остаточных доз азотных удобрений томаты начинают "жировать" и снижают продуктивность. Большой объем оборачивается большими потерями.

Более гибким способом является *гидропонный способ выращивания*, сущность которого заключается в периодической подаче к корневой системе растений питательного раствора. Эти системы позволяют более гибко управлять процессом минерального питания растений, что в сочетании с оптимизацией других факторов внешней среды приводит к повышению продуктивности и качества.

Наиболее известен и широко применялся во многих странах *способ выращивания растений на инертных минеральных субстратах* (щебень, песок, керамзит и т. д.) с периодической подачей питательного раствора способом подтопления (субирригационная гидропонная культура). При этом растения выращиваются в герметичных лотках, стеллажах

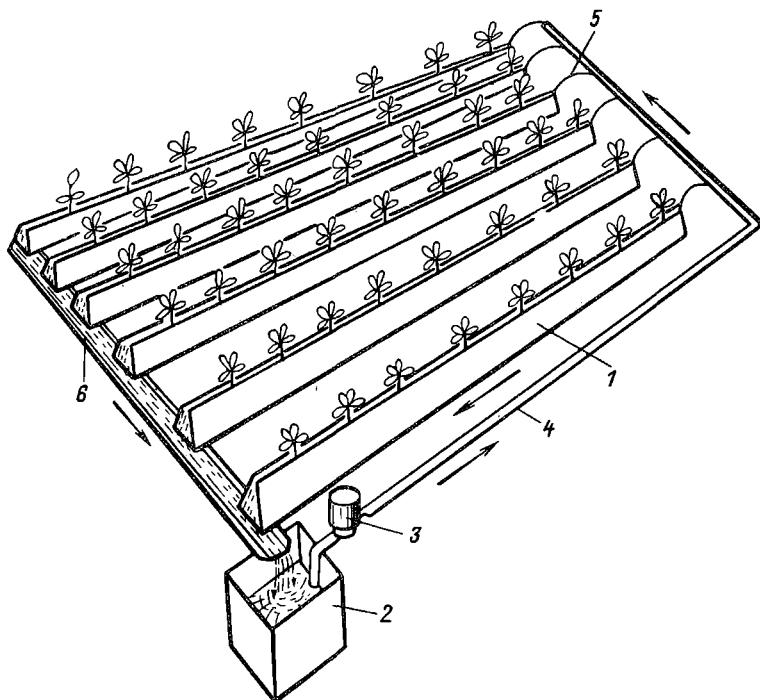


Рис. 40. Схема проточной малообъемной установки:

1 — пластмассовые лотки; 2 — резервуар с питательным раствором; 3 — насос; 4 — магистральный трубопровод; 5 — трубы для подачи питательного раствора; 6 — сливной желоб

или поддонах, а раствор специальным насосом подается в группу стеллажей, а затем сливается снова в приемный бак. Общий объем субстрата примерно такой же, как и при грунтовой культуре. Сложность герметизации стеллажей и поддонов, необходимость устройства специальных баков большой емкости (40 – 50 м³ на теплицу площадью 1000 м²) и дезинфекции субстрата не позволили этому методу найти широкое распространение.

Значительно шире используется *способ малообъемной гидропонной культуры*. Сущность его заключается в том, что растения выращиваются в малом объеме (5—15 л) субстрата из минеральной ваты, верхового, торфа или прессованных торфоплит с периодической подачей питательного раствора к каждому растению при помощи капельной системы (рис. 39).

Разновидностям гидропонной культуры являются различные методы чисто водной бессубстратной культуры, при которых не требуется ежегодная дезинфекция или смена субстрата. Можно применять проточную водную культуру, при которой, растения выращиваются в лотках, но дну которых постоянно циркулирует питательный раствор (рис. 40). Тонкий слой раствора хорошо насыщается кислородом, что является основным требованием при водной культуре.

Разновидностью водной культуры является *аэроводная культура* [18], при которой растения высаживают в пластмассовые трубы, а аэрация раствора достигается периодическим перекачиванием его из бака в трубы и наоборот.

3.2. СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЦАХ

Для каждого метода выращивания растений в типовых теплицах разработано технологическое оборудование, обеспечивающее комплекс работ, по ведению какой-либо конкретной культуры. При выращивании на грунте технологическое оснащение включает следующие системы: орошения, приготовления растворов минеральных удобрений, приготовления и внесения растворов ядохимикатов, термической стерилизации, подкормки углекислым газом, дополнительного облучения рассады.

Наиболее значимой в грунтовых теплицах является система орошения, обеспечивающая растения водой, а в сочетании с системой приготовления растворов минеральных удобрений — и элементами питания. Для подачи к растениям воды применяют системы дождевания и капельного орошения.

И в том, и в другом случае система орошения состоит из двух подсистем: подготовки поливной воды и подачи ее к растениям. Первая подсистема включает в себя насосы-повысители для создания требуе-

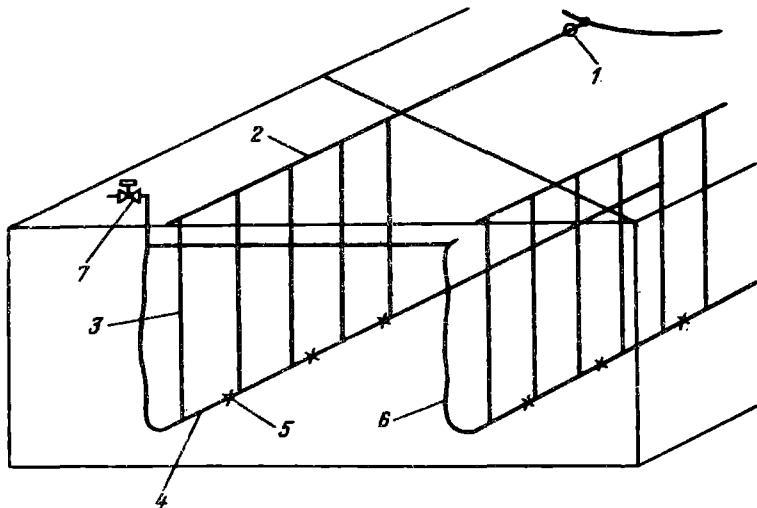


Рис. 41. Схема системы дождевания в теплице:

1 — натяжное устройство; 2 — проволока; 3 — подвески; 4 — оросители; 5 — форсунки; 6 — гибкие шланги; 7 — соленоидный клапан

мого давления и водоподогреватели для обеспечения температуры воды 22—25 °С.

Вторая подсистема обеспечивает подачу теплой воды к растениям. В типовых проектах теплиц применяется, как правило, система дождевания, работающая при давлении 300—350 кПа. Чтобы снизить мощность насосов и диаметры магистральных трубопроводов, орошение проводят посекционно. В блочных теплицах одновременно поливают только одну или две секции площадью 960 м², в ангарных теплицах полив ведут на половине площади каждой теплицы (750 м²). При этом интенсивность подачи воды составляет 1 л/(мин · м²).

Подача воды производится при помощи оросителей (рис. 41), представляющих собой поливинилхlorидные трубы диаметром 25 мм с закрепленными на них через 1,6 м форсунками. На входе в каждый ороситель установлен фильтр, предотвращающий засорение форсунок, на выходе оросителя — сливной клапан, устраняющий подтекание воды из форсунок после полива.

Оросители системы дождевания можно монтировать как в верхнем, так и в нижнем положении. При проведении подготовительных работ и в начале ведения культуры оросители закрепляют на высоте 2,2 м, затем их опускают на высоту 0,3 м, используя специальные удлинители. Равномерность полива зависит от числа оросителей. При установке оросителей с шагом 1,6 м обеспечивается более каче-

ственное распределение воды (на 25—30%) по сравнению с шагом 3,2 м.

Для экономии воды и улучшения условий труда применяют системы локального увлажнения, при которых вода подается в определенную зону корневой системы растений. Разработано несколько типов систем локального увлажнения. Поскольку в большинстве конструкций вода к растениям подается в виде капель, такие системы орошения получили название капельных.

В нашей стране для орошения растений в теплицах применяются системы "Водполимер-3" и "Аквадроп". Система "Водполимер-3" также состоит из оросителей, укладываемых на поверхность каждой гряды, и капельниц с отходящими от каждой четырьмя трубками длиной 50—60 см. Расход воды на одно растение 4 л/ч при давлении в сети 100—300 кПа.

Ороситель "Аквадроп" представляет собой тонкостенную трубу диаметром 25 мм с водовыпусками, внутри которой находится гофрированная регулирующая расход толстостенная труба. Шаг водовыпусков 0,28 м, расход воды 1,5 л/ч при давлении в сети 150—200 кПа.

Поливная вода должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Общая концентрация солей не должна превышать 500—800 мг/л, в том числе содержание хлора должно быть не более 50—80, азота 0—10, натрия 30—50, железа 0—1, фтора 0—0,6 мг/л.

3.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРОВ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

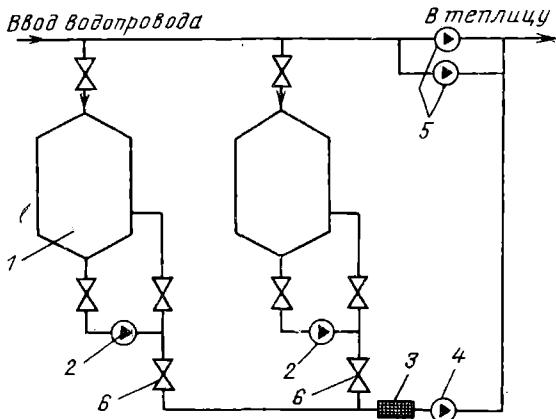
В типовых проектах теплиц и тепличных комплексов предусмотрена унифицированная установка для приготовления и подачи в оросительную сеть растворов минеральных удобрений. Установка состоит из двух баков вместимостью по 1,5 м³, насосов для перемешивания растворов, фильтра и насоса-дозатора (рис. 42).

Вначале в бак через специальный люк загружают требуемое количество удобрений и заполняют его теплой водой. Затем включают насос в режиме перемешивания раствора. После полного растворения удобрений переключают насос на подачу, и раствор через специальный фильтр поступает к насосу-дозатору, который настраивается на определенную концентрацию питательных элементов в поливной воде при работе системы орошения.

После окончания цикла подкормки растений бак промывают со сбросом осадка в канализационную сеть через дренажный клапан. Для предотвращения попадания минеральных удобрений в хозяйствственно-питьевой водопровод в систему обязательно включают бак разрыва струи. В этом баке установлен поплавковый клапан, обеспечивающий подачу в систему необходимого количества воды и предотвращающий

Рис. 42. Схема унифицированной установки для приготовления растворов минеральных удобрений:

1 — баки для растворов; 2 — перемешивающие насосы; 3 — фильтр; 4 — насос-дозатор; 5 — насосы-повысители; 6 — клапаны переключения режимов



возможность проникновения минеральных удобрений в водопроводную сеть.

3.4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ ГИДРОПОННЫМИ СПОСОБАМИ

В отличие от грунтовых теплиц серийное комплектное оборудование для различных методов гидропонного выращивания растений в нашей стране не выпускается. Поэтому теплицы с нетрадиционными технологическими приемами, за редким исключением, проектируют и строят по индивидуальным проектам. Для оснащения теплиц подсобных предприятий можно рекомендовать следующие способы гидропонного выращивания растений: малообъемную гидропонную культуру на торфяных и минераловатных субстратах, проточную и аэроводную культуру.

Для выращивания растений на малообъемной гидропонике рекомендуется использовать верховой, кипованый торф, торфяные плиты сухого прессования и плиты из минеральной ваты [19]. Верховой кипованный торф выпускается торфопредприятиями Ленинградской области, Латвии, Белоруссии. Кипа массой 50–60 кг содержит около 170 л прессованного торфа. Некоторые предприятия ("Седа" Латвийской ССР) выпускают уже нейтрализованный и заправленный удобрениями торф. Торфоплиты сухого прессования выпускают предприятия "Форносово" Ленинградской области и "Баложи" Латвийской ССР. Торфоплиты размером 290 × 290 × 50 мм обладают массой 2 кг и для транспортировки упаковываются в пленку по 6 шт.

Минераловатные плиты типа "Вилан" марок Э1 и Э2 разработаны и выпускаются ВНИИ теплоизоляции в Литве. Размер плит 1000 × 500 × 75 мм. Аналогичные минераловатные плиты "Гравилен" выпускает Кондопожский завод каменных изделий и минерального сырья.

Верховой кипованный торф используют преимущественно в контейнерах. Контейнеры могут быть жесткой конструкции (ящики) или сварные из пленки. Для изготовления пленочных контейнеров следует применять черно-белую пленку. Размер пленочного контейнера для культуры томатов 1000 × 400 мм, объем субстрата на одно растение 7–8 л. При укладке на гряду контейнер формируют таким

образом, чтобы слой торфа в нем составлял 70-80 мм, затем верхнюю поверхность пленки крестообразно разрезают, образуя два отверстия размером 150 х 150 мм.

При наполнении контейнеров используют предварительно произвесткованный и заправленный удобрениями торф. Если торф не доработан, то его соответствующим образом готовят. При этом на 1 м³ торфа вносят 7-9 кг доломитовой муки, 3 кг растворина марки А и микроудобрения (80 г сернокислого железа, 20 г сернокислой меди, 5 г сернокислого марганца, 5 г сернокислого цинка, 5 г борной кислоты, 1 г молибдата аммония). Вместо растворина можно использовать смесь удобрений: 0,8 кг аммиачной селитры, 0,4 кг двойного суперфосфата, 1,3 кг сернокислого калия и 0,6 кг сернокислого магния.

Малообъемную гидропонную культуру можно вести как в теплицах, специально оборудованных для этого, так и в обычных грунтовых теплицах. И в том, и в другом случае необходима тщательная нивелировка поверхности для обеспечения равномерного увлажнения субстрата. В специализированных теплицах в качестве подстилающего материала можно использовать слой песка толщиной 15-20 см, но можно устроить и твердое покрытие.

Перед укладкой торфяных или минераловатных плит вначале расставляют трубы надпочвенного обогрева, затем укладываются трубы подсубстратного обогрева непосредственно на грунт, песок или цементную стяжку. В северных районах субстрат изолируют от грунта пенопластом толщиной 3-4 см и трубы подсубстратного обогрева (вместо подпочвенного в грунтовых теплицах) укладываются в слое теплоизоляции. Поверх труб подсубстратного обогрева расстилают черно-белую полиэтиленовую пленку шириной 800-1000 мм.

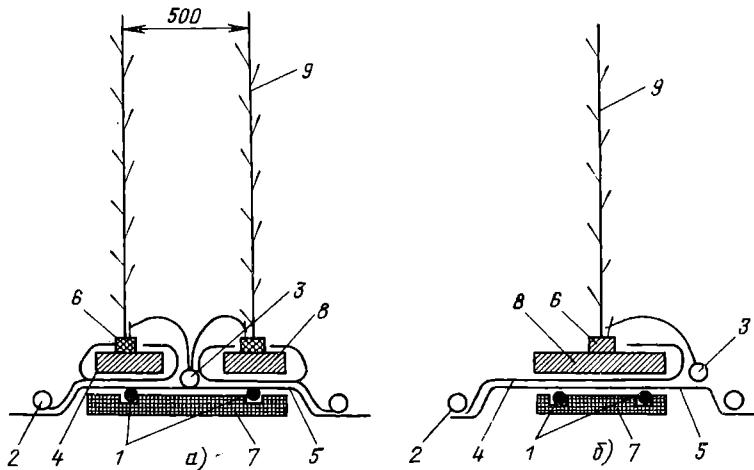


Рис. 43. Технологические схемы культуры томатов и огурцов на торфяных или минеральных плитах:

a — томаты; *б* — огурцы; 1 — трубы подсубстратного обогрева; 2 — регистры надпочвенного обогрева; 3 — ороситель капельного полива; 4 — черно-белая пленка; 5 — молочно-белая пленка; 6 — горшочек; 7 — теплоизоляция; 8 — плита; 9 — растение

Торфоплиты сухого прессования укладывают на пленку в один ряд для посадки партенокарпических гибридов огурцов и в два ряда под томаты и пчелопыльяемые сорта огурцов. Так как плиты при увлажнении разбухают, между ними оставляют зазор в ряду 2-3 см, между рядами плит 15-20 см.

Минераловатные плиты также укладывают в один или два ряда в зависимости от выращиваемой культуры (рис. 43). После укладки плит края черно-белой пленки заворачивают наверх, а для лучшего освещения растений и защиты от инфекции в грунтовых теплицах поверхность гряд укрывают молочно-белой пленкой. Завершающей подготовительной операцией является монтаж системы капельного орошения.

В принципе для приготовления растворов минеральных удобрений для малообъемной гидропоники можно использовать типовую унифицированную установку. Однако при гидропонной культуре требуется более частая подача питательного раствора к растениям и в связи с этим длительное хранение маточных растворов. Поэтому необходимо принять меры для предотвращения выпадения в осадок отдельных элементов питания. Конструктивно это требование выполняется при использовании двух баков для маточных растворов А и Б, а третий бак служит для ортофосфорной или азотной кислоты и обеспечивает поддержание требуемой кислотности питательного раствора.

Научно-исследовательский институт овощного хозяйства (НИИОХ) разработал технологические схемы для приготовления и подачи питательного раствора

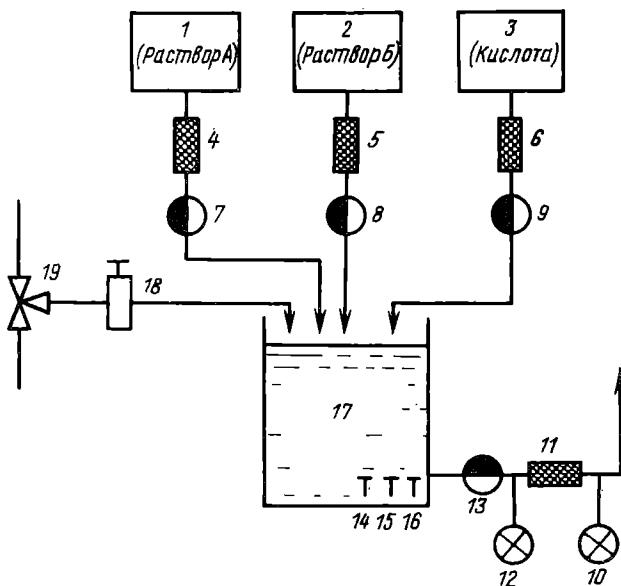


Рис. 44. Принципиальная схема растворного узла:

1-3 — баки с маточными растворами; 4-6, 11 — фильтры; 7-9 — насосы-дозаторы; 10, 12 — манометры; 13 — рабочий насос; 14-16 — датчики электрической проводимости, кислотности, температуры; 17 — бак для приготовления питательного раствора; 18 — электромагнитный клапан; 19 — трехходовой смесительный клапан

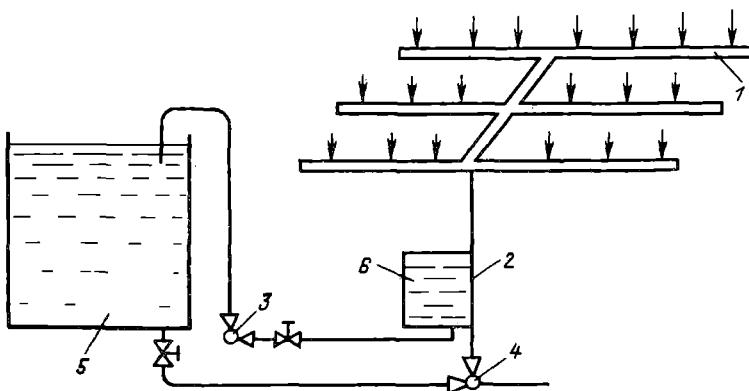


Рис. 45. Схема аэроводного способа выращивания растений:

1 — пластмассовые трубы; 2 — подающий трубопровод; 3, 4 — насосы; 5 — резервуар; 6 — приемная камера

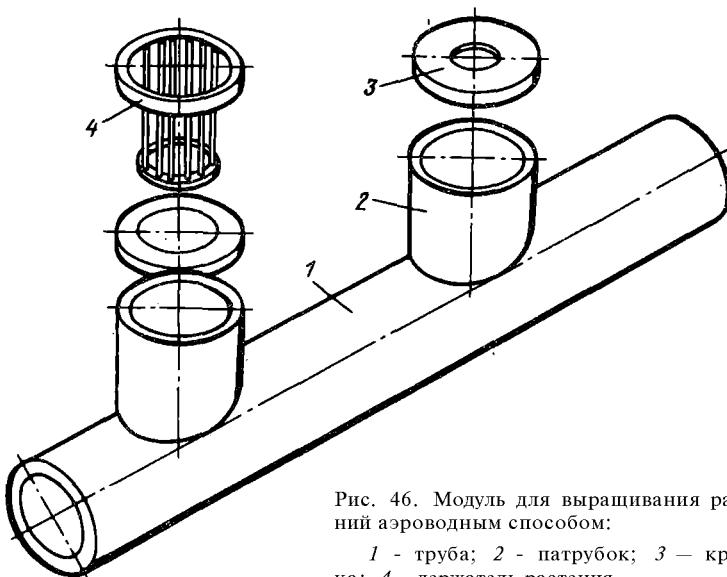


Рис. 46. Модуль для выращивания растений аэроводным способом:

1 - труба; 2 - патрубок; 3 — крышка;
4 - держатель растения

для теплиц площадью 1000 и 10 000 м². Экспериментальные образцы такого оборудования изготавливает специализированное проектно-конструкторское и технологическое бюро по тепличному овощеводству АПК "Москва".

Принципиальная схема растворного узла представлена на рис. 44. Заранее приготовленные маточные растворы А и Б заливают в баки 1 и 2 вместимостью 1,5 м³ каждый. В бак 3 вместимостью 200—300 л заливают ортофосфорную или азотную кислоту. Рабочий раствор готовят в баке 17. Растворы А и Б, а также кисло-

ту подают в бак при помощи насосов-дозаторов 7-9. Растворы А и Б подают в рабочий бак синхронно. Рабочий раствор в теплицу подается насосом 13. Требуемая концентрация рабочего раствора обеспечивается регулированием пропускной способности клапана 18 и насосов-дозаторов.

При выращивании в теплице растений методом проточной культуры необходимо изготовить и установить с уклоном 0,01 лотки, а также организовать в них постоянную циркуляцию питательного раствора (см. рис. 40). Объем приемного бака рассчитывается исходя из потребности 1 л раствора на одно растение. Максимальная подачи насоса должна обеспечить однократную смену раствора за 1 ч работы.

Лотки изготавливают из черно-белой пленки толщиной 0,25-0,30 мм или вторичного полиэтилена толщиной 2-3 мм. Лоток должен иметь плоское дно шириной 200-300 мм и боковые стенки высотой 80-100 мм. В конструкции лотка должна быть предусмотрена либо крышка с отверстиями, либо регулируемая щель для установки рассады.

При аэропонной культуре растения выращивают в пластмассовых трубах или тройниках диаметром 100 мм, а питательный раствор периодически перекачивают из бака в трубы и наоборот (рис. 45). Время подачи раствора 4-5 мин, время слива 5-6 мин. Пауза между подачами 20-30 мин. Трубы укладывают горизонтально, для закрепления растений используют специальные держатели (рис. 46).

3.5. СИСТЕМА ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ И УВЛАЖНЕНИЯ ВОЗДУХА

Для снятия перегревов в теплицах и увлажнения воздуха в сооружениях, оборудованных системами капельного орошения, применяют систему испарительного охлаждения и увлажнения. Конструктивно система выполнена аналогично системе дождевания, т. е. распыление воды осуществляется при помощи оро-

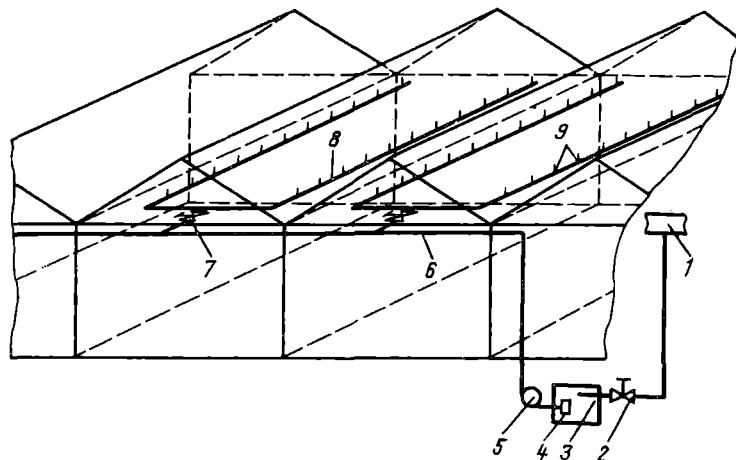


Рис. 47. Схема системы испарительного охлаждения и увлажнения:

1 — водопроводный ввод; 2 — электромагнитный клапан; 3 — питающий бак; 4 — фильтр; 5 — насос; 6 — раздаточный трубопровод; 7 — секционные клапаны; 8 — секционные трубопроводы; 9 — форсунка

сителей с форсунками (рис. 47). Шаг размещения оросителей и форсунок на них 3,2 м. Оросители, фасонные детали и форсунки изготавливают из поливинилхлорида, рабочее давление в системе 600-800 кПа.

Система работает в циклическом режиме, период подачи воды составляет 10 с, за один цикл распыляется 50 г/м² осадков. Перерывы между подачами зависят от интенсивности солнечной радиации. При работе системы температура воздуха в теплице может быть снижена на 2-4 °С, температура листьев растений - на 10-12 °С.

3.6. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ РАССАДЫ

По условиям естественной облученности (обеспеченности растений солнечной энергией) территория нашей страны условно разделена на восемь световых зон (с 0-й по 7-ю), и только в 7-й зоне такие светолюбивые культуры, как огурцы, томаты, перец можно выращивать в теплицах в течение всего года. В зонах с 0-й по 6-ю имеется значительный по продолжительности период времени, в течение которого теплицы вынуждены простоять. Для сокращения "холостого" цикла и ускорения сроков поступления овощей из теплиц все плодовые овощные культуры выращивают через рассаду, которую готовят с использованием источников дополнительного облучения.

Для выращивания рассады в тепличном комплексе отводят 8-10% площади всех теплиц и оборудуют их системами дополнительного облучения. В качестве источников искусственного облучения можно использовать любые люминесцентные, дуговые ртутные и металлогалогенные лампы. Специально для теплиц разработаны лампы и облучатели, приспособленные к работе в условиях высокой температуры и влажности. Промышленность выпускает лампы ДРЛФ400 с термостойкой колбой, ДРИ400, ДНаТ400, ДРИ1000, ДРФ1000, ДРИ2000, ДРОТ2000, ДМ43000 и ДМ46000. Эти лампы работают в составе установок облучения растений в теплицах (УОРТ). Удельная мощность облучателей зависит от типа облучателей

Таблица 7. Зависимость удельной мощности, Вт/м², облучательных установок от типа ламп и световой зоны

Тип оборудования	Световые зоны						
	0	1	2	3	4	5	6
ОТ-400 с лампой ДРЛФ400	425	275	225	160	110	100	
УОРТ-15-400 (15 ламп ДРИ400 или ДНаТ400)	170	120	110	80	55	50	
УОРТ-6-1000 (6 ламп ДРФ1000)	160	125	120	90	65	60	
УОРТ-3-2000 (3 лампы ДРИ2000 или ДРОТ2000)	190	130	140	100	70		
УОРТ-2-3000 (2 лампы ДМ43000)	210	140	160	110	80		
УОРТ-1-6000 (1 лампа ДМ46000)	220	160	170	120			

чателя и световой зоны и выбирается в соответствии с нормами технологического проектирования теплиц и тепличных комплексов (табл. 7).

Промышленность выпускает облучатели тепличные ОТ-400 МИ и ОТ-400 МЕ с лампами ДРЛФ400. При комплектовании теплиц оборудованием необходимо брать равное количество облучателей с индуктивным (ОТ-400 МИ) и емкостным (ОТ-400 МЕ) балластом. Металлогалогенные лампы ДРИ400 выпускаются в комплекте с прибором РСП-15-400, натриевые лампы ДНаТ400 - в комплекте с облучательным прибором ГСП-26-400. Лампы ДРИ2000 поставляют в комплекте с облучателем, индуктивным балластом и поджигающим устройством. Такой комплект называется "Фотос". Комплектное оборудование типа СОРТ-2-2-ЗТ включает в себя шкаф с пускорегулирующей аппаратурой и три лампы ДРОТ2000 с облучателями ОТ-2000. В комплект входят запасные лампы (до 6 шт. по запросу заказчика). Комплекс УОРТ-2-3000 состоит из пускорегулирующей аппаратуры и двух ламп ДМ43000 с облучателями ОТ-3000.

Рассаду овощных культур выращивают при дополнительном облучении, продолжительность которого зависит от культуры и светового района. Для световых зон с 0-й по 3-ю рассаду огурцов выращивают 35 дней с суточной продолжительностью облучения 14-56 ч. Рассаду томатов готовят 55 дней при такой же суточной длительности облучения.

В световых зонах 4-6 дополнительное облучение проводят в течение 8-12 ч в сутки. В любой зоне первые трое суток после появления всходов облучение проводят непрерывно.

Для повышения эффективности использования источников дополнительного облучения рассаду выращивают с расстановкой. При этом приеме вначале рассаду и облучатели располагают с большей плотностью, а через 10-14 дней, после того как начинают смыкаться листья растений, рассаду и светильники расставляют. Выход рассады огурцов и томатов с 1 м² площади 25-30 шт. Для сверххранения рассады томата плотность растений после расстановки составляет 15-18 шт. на 1 м² рассадного сооружения.

Глава четвертая

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛИЦАХ

4.1. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕПЛИЦАХ

В соответствии с нормами технологического проектирования [3] в типовых теплицах делают:

автоматическое поддержание температуры воздуха - на заданном уровне в зависимости от освещенности или по временной программе (день—ночь);

автоматическое регулирование относительной влажности воздуха;

автоматическое поддержание температуры поливной воды на заданном уровне;

автоматическое регулирование температуры теплоносителя в системе отопления почвы;

автоматический контроль и регистрацию регулируемых параметров;

программное (временное) управление системами орошения, подкормки растений углекислым газом, испарительного охлаждения и увлажнения, дополнительного облучения рассады, теплозащитных экранов;

дистанционный контроль метеорологических факторов (температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра, интенсивности солнечной радиации);

автоматическую сигнализацию предельных отклонений температуры воздуха, включения электромагнитных клапанов системы полива и увлажнения, работы циркуляционных насосов систем отопления и полива.

Как видим, в промышленных теплицах пока еще нет единой автоматической системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).; Автоматизированы в основном лишь процессы управления параметрами микроклимата. Такие технологические операции, как полив, подкормка растений, снабжение их углекислым газом и дополнительное облучение рассады, управляются по временным программам, причем алгоритм управления задается агрономом-технологом.

Как правило, все параметры технологического процесса связаны с одним основным фактором внешней среды — освещенностью, и в зависимости от интенсивности солнечного излучения оптимизируются температура воздуха и почвы, потребность в воде, углекислом газе и питательных веществах. Однако автоматизировать управление всем технологическим процессом выращивания растений по критерию оптимальной продуктивности чрезвычайно сложно. Дело в том, что между оптимизацией параметров процесса и конечным результатом лежит значительный временной интервал, а критерий текущей оптимизации — интенсивность фотосинтеза — не всегда совпадает с конечной продуктивностью. К примеру, если оптимизировать процесс выращивания томатов по максимальному фотосинтезу, то они начнут "жировать", а урожайность их в этом случае снизится.

Конечно, существует оптимальный алгоритм управления технологическим процессом для конкретной культуры в конкретных условиях, какой и выдается агрономом-технологом оператору систем автоматического регулирования для настройки этих систем на определенный режим. Этот алгоритм в виде экспертной системы может быть заложен в память ЭВМ; сюда же должны периодически поступать метеорологические данные, данные о параметрах микроклимата в теплице, наличии воды и питательных веществ в грунте или в субстрате, показатели состояния растений. Анализируя поступающую информацию, ЭВМ определит, какие управляющие воздействия на исполнительные устройства технологического оборудования нужно осуществить для оптимального протекания процесса выращивания.

В настоящее время системы управления с использованием ЭВМ с той или иной глубиной обратной связи и степенью оптимизации управления технологическим процессом испытываются в Вильнюсском тепличном комбинате, в теплицах совхоза "Рига" и в ряде других хозяйств.

4.2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛИЦАХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Для автоматизации теплиц подсобных хозяйств может быть использовано серийное комплектное оборудование типа УГ-12-УЗ. В состав комплекта оборудования входят пять модификаций шкафов управления и четыре модификации панелей датчиков, количество которых зависит от числа независимых отделений регулирования.

Шкаф управления ШУ-1 предназначен для регулирования температурного режима в 16 независимых отделениях тепличного комплекса. Он управляет системами отопления и вентиляции отдельных теплиц.

Шкаф управления ШУ-2 служит для управления системами орошения, подкормки углекислым газом в 12 отделениях и дополнительным облучением в двух отделениях.

Шкаф управления ШУ-3 используется для регулирования температуры поливной воды, концентрации растворов минеральных удобрений, контроля температурного режима в отделениях и регистрации метеорологических параметров.

Шкаф управления насосами ШУН предназначен для управления насосами-повысителями, насосами подачи минеральных удобрений, регулирующим клапаном подогревателя поливной воды, электроприводом фрамуг соединительного коридора теплиц.

Шкаф управления ШУМ служит для местного управления в ручном режиме системами отопления, вентиляции, орошения и подкормки углекислым газом в каждой теплице.

Шкафы управления ШУ-1, ШУ-2, ШУ-3 и ШУН устанавливают в помещении оператора; а шкафы местного управления ШУМ монтируют непосредственно возле каждой теплицы.

В комплект систем автоматического управления кроме шкафов управления входят панели датчиков температуры ПД-1, влажности ПД-2, освещенности ПДО и датчик скорости ветра ДСВ.

Регулирование температурного режима в каждой теплице осуществляется следующим образом. В зимний период эксплуатации для создания необходимой температуры управляют регулирующим клапаном в системе водяного трубного отопления и калориферами воздушного отопления, причем при понижении температуры вначале включается привод регулирующего клапана, затем калориферы первой ступени, а при более глубоком снижении температуры — калориферы второй ступени (рис. 48).

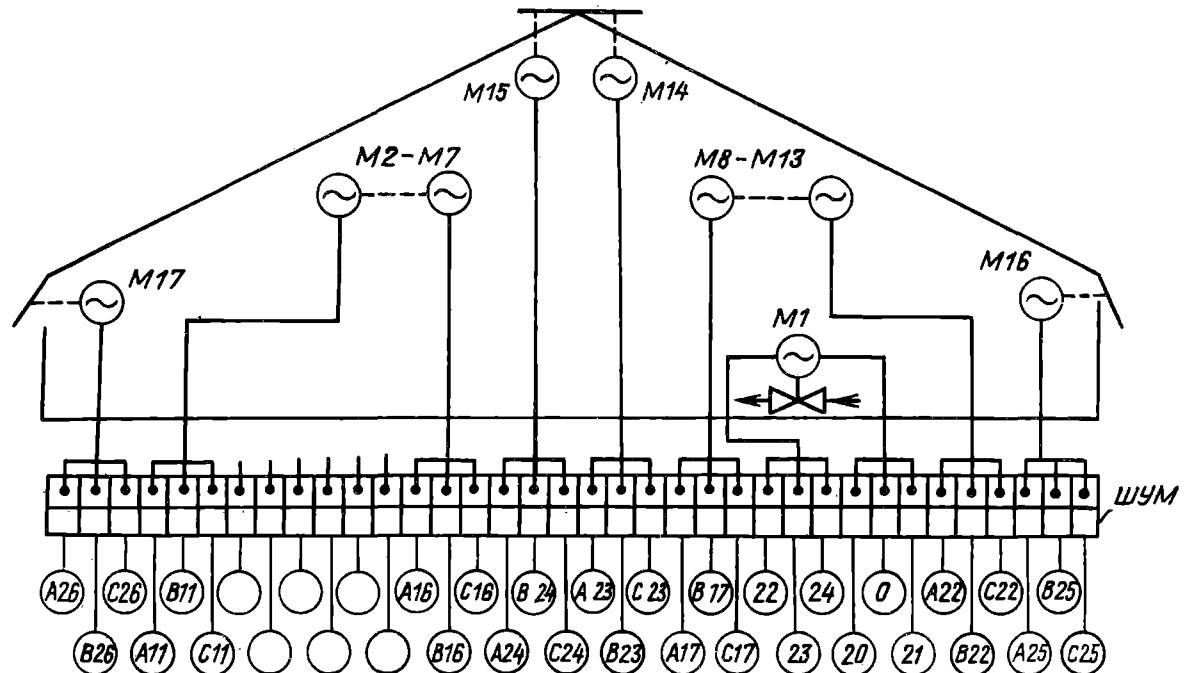


Рис. 48. Структурная схема управления температурой воздуха в теплице при помощи комплекта УТ-12-УЗ:

M1 – электропривод регулирующего клапана в системе отопления; *M2–M7* – электроприводы калориферов первой ступени; *M8–M13* – электроприводы калориферов второй ступени; *M15–M16* – электроприводы фрамуг

В летнем режиме система автоматики управляет форточной вентиляцией. Здесь также предусмотрено ступенчатое включение боковых и верхних фрамуг. Вначале открывается одна верхняя фрамуга, затем по мере повышения температуры — вторая верхняя и боковые фрамуги (только для ангарных теплиц).

В каждой теплице установлен датчик температуры, связанный со шкафом управления ШУ-1. Подключение каждого датчика происходит поочередно с интервалом 30 с. Собственно регулирование, т. е. выработка управляющих воздействий, в каждой теплице происходит в течение этого периода времени. После отключения датчика все системы теплицы продолжают оставаться в том же состоянии, что и непосредственно до его отключения. При очередном взаимодействии теплицы со шкафом управления происходит коррекция управляющих воздействий.

Для оперативного контроля за состоянием температурного режима в теплицах служит световая индикация отклонения от заданных параметров по каждой теплице, световая и звуковая сигнализация об аварийных режимах, регистрация температуры при помощи самопишущего многоточечного моста. Предусмотрены также автоматическая коррекция температуры в зависимости от условий освещенности и независимое регулирование температуры по каждой теплице.

Для защиты фрамуг от повреждения ветром предусмотрено централизованное аварийное их закрытие во всех теплицах по команде от датчика скорости ветра.

Шкаф ШУ-2 управляет системами орошения, досвечивания и газации по временной программе, т. е. включение этих систем может быть произведено в соответствии с заданным временем режимом. Отработав нужное время, системы газации и досвечивания отключаются.

Система орошения имеет более сложное программное управление. Режим орошения задается длительностью полива в одном цикле и количеством циклов полива, которые в совокупности определяют норму полива. Включение режима может быть осуществлено или по команде реле времени, или при помощи кнопки.

Регулирование относительной влажности воздуха осуществляется при помощи регуляторов влажности типа СПР-3-04, установленных в шкафу управления ШУ-2, и датчиков, устанавливаемых в каждой теплице. Регулятор влажности — трехпозиционный, вырабатывающий команды как на осушение, так и на увлажнение воздуха. При повышении влажности воздуха сверх заданной открываются фрамуги, для увлажнения воздуха включается система увлажнения.

Шкаф управления ШУ-2 оборудован световой индикацией для контроля процесса орошения теплиц и звуковой сигнализацией об аварийных режимах.

В шкафе управления ШУ-3 установлены следующие приборы: регулятор температуры поливной воды, управляющий исполнительным механизмом на водоподогревателе; регулятор концентрации минеральных удобрений в поливной воде; дистанционный сигнализатор скорости ветра, приборы контроля температуры воздуха в отдельных теплицах, температуры поливной воды и наружного воздуха.

В шкафу управления ШУН, который также устанавливается в помещении электроощитовой, монтируется коммутационная аппаратура для управления насосами-повысителями и электроприводами фрамуг в соединительном коридоре.

Шкаф управления ШУМ предназначен для местного управления системами отопления и вентиляции в каждой теплице. Для удобства эксплуатации он расположен в непосредственной близости от теплиц. Шкаф управления ШУМ оснащен пускозащитной аппаратурой для включения приводов фрамуг, электродвигателей калориферов, регулирующего клапана в системе отопления, электромагнитных вентилей систем орошения и подачи углекислого газа.

Помимо ручного режима управления системами шкаф местного управления ШУМ может осуществлять и автоматическое управление ими, так как является промежуточным звеном между шкафами управления ШУ-1 и ШУ-2 и исполнительными элементами в каждой теплице.

Комплект оборудования УТ-12-УЗ имеет смысл использовать в теплицах, имеющих по крайней мере пять-шесть отделений регулирования и штатное оборудование для полива и приготовления растворов минеральных удобрений. В теплицах с небольшим количеством отделений и упрощенной системой полива целесообразно применять отдельные промышленные регуляторы для стабилизации основных технологических параметров.

Прежде всего необходимо автоматическое поддержание температуры воздуха. В качестве регуляторов температуры можно использовать хорошо зарекомендовавшие себя полупроводниковые терморегуляторы типов ПТР-2, ПТР-3, ПТР-П. Терморегулятор ПТР-2 предназначен для организации двухпозиционного закона регулирования, ПТР-3 — трехпозиционного, а ПТР-П — пропорционального.

Терморегуляторы типов ПТР-2 и ПТР-3 применяют для управления калориферной системой отопления. При использовании регулятора ПТР-3 вся система отопления разделяется на две группы с раздельным включением (рис. 49).

При водяной трубной системе отопления рекомендуется использовать регулятор типа ПТР-П с организацией пропорционального управления регулирующим клапаном (рис. 50). Сущность пропорционального управления заключается в том, что значение управляющего воздействия пропорционально отклонению параметра от заданного значения. Пропорциональное регулирование стабилизирует параметр на более

Рис. 49. Структурная схема регулирования температуры воздуха в теплице при помощи регулятора ПТР-3:

1 - датчик температуры; 2 - регулятор ПТР-3; 3 - калорифер первой ступени; 4 - калорифер второй ступени

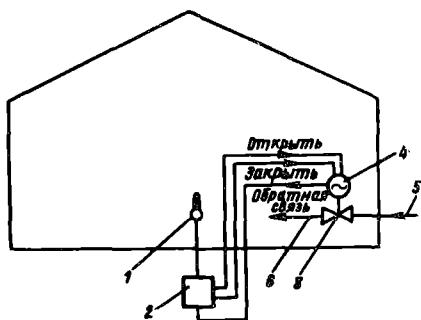
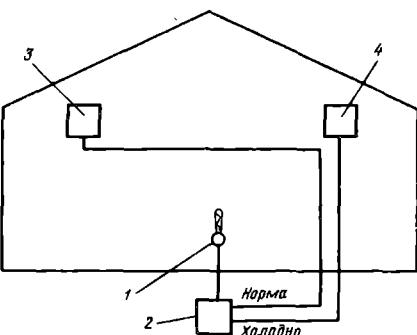


Рис. 50. Структурная схема пропорционального регулирования температуры:

1 - датчик температуры; 2 - регулятор типа ПТР-П; 3 - регулирующий клапан; 4 - привод клапана; 5 - подающий трубопровод; 6 - трубопровод системы отопления теплицы

высоком уровне, чем позиционное, особенно в объектах со значительной инерционностью. Регуляторы типа ПТР-П также предпочтительнее и в системах управления вентиляцией, и в системах регулирования температуры поливной воды.

Если сама теплица, в которой необходимо автоматизировать процессы регулирования температуры, серийная, целесообразно использовать шкаф местного управления ШУМ, дополнив его регулятором типа ПТР-П для управления форточной вентиляцией и регулятором типа ПТР-2 или ПТР-П для управления системой отопления (рис. 51). При этом необходимо соединить зажим 7 с зажимами 72, 74, 76, а зажим 8 — с зажимами 71, 73, 75, 77 (на рис. 51 не показаны).

Если теплица оборудована исполнительными механизмами, отличными от принятых в типовых решениях, необходимо соответствующим образом подобрать пускозащитную аппаратуру. Для привода форточек в теплицах небольшой площади можно применять приводы типов ПР-1М и МЭО-40 с крутящим моментом на валу 10 и 40 Н · см. Мощность этих приводов 50-60 Вт. В серийном оборудовании для вентиляции использу-

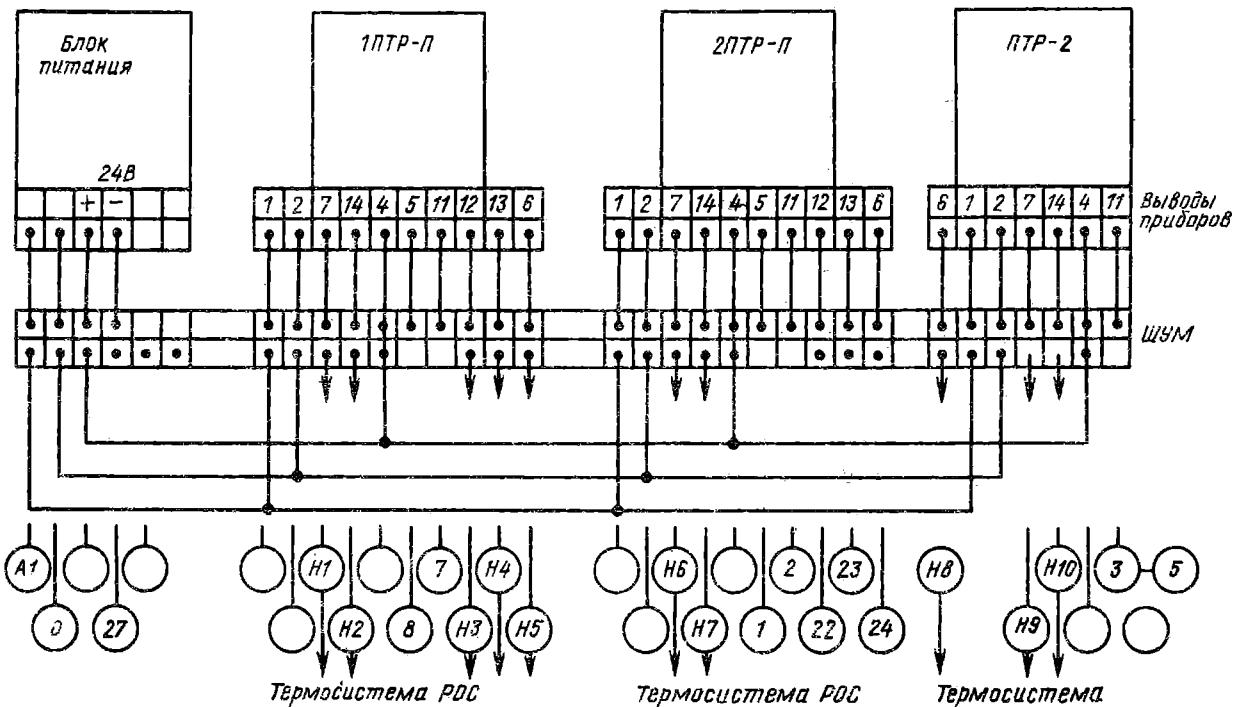


Рис. 51. Схема управления отопительно-вентиляционным оборудованием в теплице с помощью шкафа ШУМ и регуляторов типа ПТР:

H1—H10 — новые зажимы

зуются приводы мощностью 0,37 и 0,8 кВт. В качестве электропривода регулирующего клапана можно использовать то же оборудование (ПР-1М и МЭО-40), а также регулирующий клапан типа ЕСПА-02 болгарского производства с электродвигателем мощностью 40 Вт. Вместо терморегуляторов типа ПТР можно использовать регуляторы серии ТМ-2.

Для регулирования относительной влажности воздуха рекомендуется использовать влагорегуляторы типа СПР-3-04 или аналогичные им.

Если необходимо программное управление системами орошения, газации и досвечивания можно использовать любое программное реле времени, например многоцепные командные аппараты типов МКП-24, КЭП-12У, программное реле 2РВМ и т.д.

Как правило, в теплицах площадью до 1000 м² нет специальной автоматики для регулирования концентрации минеральных удобрений в поливной воде. Обычно бака вместимостью 2–2,5 м³ достаточно для приготовления рабочего раствора для подкормки растений.

В теплицах большей площади целесообразно иметь отдельный бак вместимостью 0,5–1,5 м³ для маточного раствора, а подкормки производить, подмешивая маточный раствор к поливной воде. В этом случае в целях упрощения автоматизацию регулирования концентрации минеральных удобрений в поливной воде не проводят, а устанавливают необходимую концентрацию по соотношению расходов поливного насоса и насоса подачи минеральных удобрений.

4.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ОБЛУЧЕНИИ

В последнее время значительно возрос интерес к выращиванию растений, преимущественно овощей, в различного рода вспомогательных помещениях, промышленных предприятий. Появляются теплицы на кровле цехов, например теплица АЗЛК, оборудуются установками облучения и подачи питательного раствора чердачные помещения.

И в том, и в другом случае необходим тщательный выбор соответствующей технологии. Впоследствии, что на кровле на высоте нескольких десятков метров неуместно выращивание на грунте с большим объемом субстрата на одно растение. Более предпочтительна малообъемная гидропоника на торфяных или минераловатных плитах. Однако и в этом случае чрезвычайно затруднены операции по замене субстрата после выработки им ресурса.

Оптимальными с точки зрения применения в высотных сооружениях защищенного грунта являются различные модификации водяной культуры. Можно применить проточную или аэроводную культуру, возможны и иные конструктивные решения, но с обязательной циркуляцией и аэрацией питательного раствора. Однако при конструировании самой системы и средств автоматического управления необходимо обеспечить достаточно надежное резервирование, особенно по каналу циркуляции и обеспеченности растений питательным раствором. Необходимо всегда помнить, что перерыв в снабжении питательным раствором или водой более 2 ч приводит к отмиранию корневой системы и к гибели растений.

В традиционных гидропонных системах с приемным баком надежность в основном обеспечивается благодаря резервированию насосных агрегатов. Однако если потребитель не относится по надежности энергоснабжения к первой категории, то в этом случае возможна гибель растений при длительном (свыше 2 ч) отключения электроэнергии. В таких случаях нужно иметь автономный резервный источник электроэнергии или резервный насос от двигателя внутреннего сгорания.

Более надежными являются системы с внутренними, технологическими запасами надежности. Одна из таких систем изображена на рис. 52 [20]. Особенность этой схемы заключается в том, что питательный раствор хранится не в специальном баке, а в емкостях для выращивания растений, разделенных на две части. Питательный раствор не перекачивается из бака в емкости и наоборот, а циркулирует между двумя группами емкостей. При отключении циркуляционного насоса на длительное время питательный раствор остается в корневой зоне растений на стабильном уровне.

Если растения будут выращиваться в темном помещении, необходима система облучения. В соответствии с нормами технологического проектирования при светокультуре растений требуемая облученность должна составлять $80 \text{ Вт}/\text{м}^2$ (ФАР) для культуры огурца и $95 \text{ Вт}/\text{м}^2$ для культуры томата. При использовании ламп ДРИ400, ДНаТ400, ДРФ1000 удельная электрическая мощность облучательных установок должна составлять 360 и $400 \text{ Вт}/\text{м}^2$. При применении ламп большей мощности типов ДРИ2000 и ДМ4-3000 удельную мощность увеличивают до $460-540 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

При этом облучатели с лампами ДРИ400, ДНаТ400 и ДРФ1000 располагают над рядами растений, но не ближе чем в 0,5 м от растений. Рекомендуемое соотношение между натриевыми (ДНаТ400) и металлогалогенными (ДРИ400) источниками должно быть 3:1. Облучательные установки с лампами ДРИ2000 и ДМ4-3000 подвешивают на высоте 2-2,5 м от нулевой отметки, взаимное их расположение определяется расчетной удельной мощностью и размерами помещения.

В помещениях, оборудованных облучательными установками, выделяется избыточное тепло, которое необходимо удалять при помощи системы вентиляции. Чтобы избежать осушения воздуха при вентилировании, а также для снижения требуемой производительности вентиляционной системы помещения оборудуют системами испарительного охлаждения и увлажнения (СИОУ).

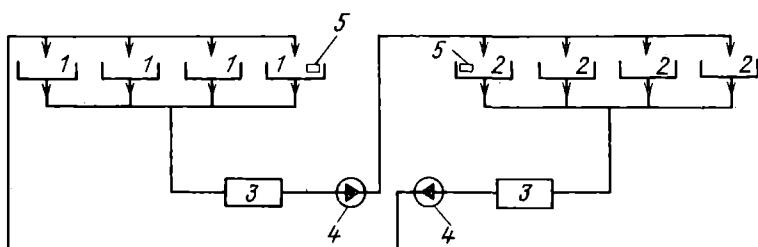


Рис. 52. Технологическая схема циркуляции питательного раствора в установке без приемного бака:

1 — поддоны первой секции; 2 — поддоны второй секции; 3 — промежуточные емкости; 4 — насосы; 5 — датчики уровня

Система испарительного охлаждения и увлажнения выпускается Очерским механическим заводом (Пермская область). Система состоит из оросителей и устанавливаемых на них с шагом 3 м распылителей. Рабочее давление в оросителях 0,7-0,8 МПа, расход распылителя 0,0233 л/с. При площади теплицы до 1000 м² система включается сразу во всей теплице, при большей площади происходит поочередное включение участков при помощи электромагнитных клапанов. При проектировании системы испарительного охлаждения следует учесть, что на лампы облучательных установок не должна попадать вода, т.е. взаимное расположение систем должно удовлетворять этому требованию. В качестве примера на рис. 53 показано расположение систем облучения и испарительного охлаждения в помещении площадью 120 м².

Отопительно-вентиляционное оборудование выбирается из расчета обеспечения компенсации теплопотерь сооружения при отключеной системе облучения. Вторым критерием при выборе теплопроизводительности системы отопления является требуемый подогрев приточного воздуха при осушении помещения. Необходимая кратность вентиляции рассчитывается также по двум критериям: по предельной температуре и относительной влажности воздуха. Расчеты проводятся с учетом влияния растений и системы испарительного охлаждения.

Как правило, удельная теплопроизводительность систем отопления капитальных сооружений для выращивания растений при искусственном облучении в центральных районах должна составлять 200-220 Вт/м². Максимальная кратность воздухообмена системы вентиляции - 50-60 объемов в час, минимальная 5-10 объемов в час. Поскольку требуемая кратность воздухообмена зависит от сроков эксплуатации сооружений и фазы развития культуры, необходимо предусмотреть возможность включения в работу одного или нескольких вентиляционных агрегатов. Наличие нескольких агрегатов способствует также повышению надежности системы.

Приточно-вытяжная система проектируется, как правило, с установкой вытяжных вентиляторов центробежного или крышного типа. На стороне притока устанавливаются воздушные клапаны с электроподогревом типа КВУ.

Управление отопительно-вентиляционными системами производится по команде термо- и влагорегуляторов, системой облучения и испарительного охлаждения - по временной программе. Принципиальная схема управления для теплицы площадью 120 м² представлена на рис. 54. Схема работает следующим образом.

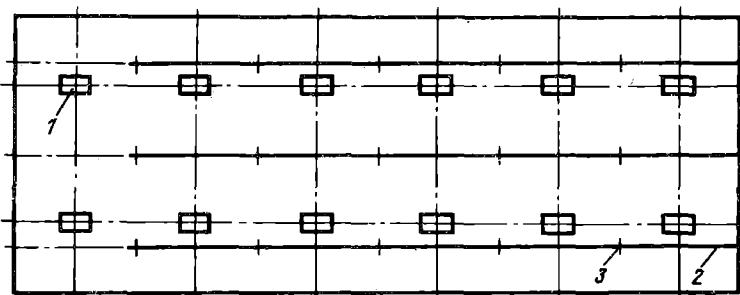


РИС. 53. План размещения облучателей и системы испарительного охлаждения:
1 — облучатели ОТ-3000; 2 — оросители; 3 — форсунки

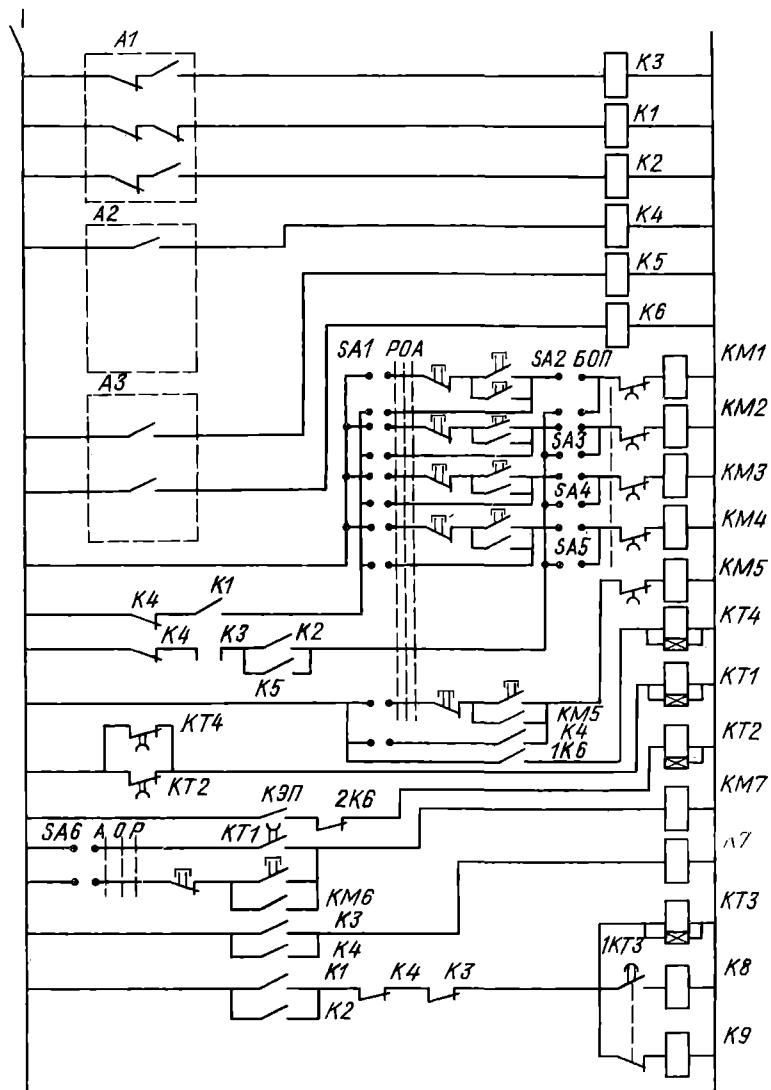


Рис. 54. Принципиальная схема управления отопительно-вентиляционным оборудованием в помещении с дополнительным облучением растений

Электродвигатель калорифера включается магнитным пускателем *KM5* от кнопки в ручном режиме или промежуточным реле *K4*, получающим питание от терморегулятора *A2* типа ПТР-2-04. Выбор режима управления осуществляется ключом *S41*.

Приотно-вытяжная система вентиляции, состоящая из четырех вытяжных вентиляторов и утепленного воздушного клапана типа КВУ, управляет терморегулятором *A1* типа ПТР-3-04 и регулятором влажности типа СПР-3-04. При незначительном повышении температуры включаются вытяжные вентиляторы базисного режима через контакты промежуточного реле *K1*. Вытяжные вентиляторы пикового режима включаются промежуточным реле *K2* при дальнейшем повышении температуры. Вытяжные вентиляторы включаются также при повышении влажности воздуха промежуточным реле *K5*. Включение вытяжных вентиляторов блокируется при понижении температуры и срабатывании терморегулятора ПТР-2-04. Блокировка осуществляется контактами промежуточного реле *K4*. Выбор ручного или автоматического управления вентиляторами осуществляется ключом *S41*, выбор базисного или пикового режимов - ключами *S42-S45*.

Одновременно с включением вытяжных вентиляторов происходит открытие приточных жалюзи с предварительным их прогревом в холодное время года. Включение жалюзи осуществляется контактами реле *K1* и *K2*, выключение - контактами промежуточного реле *K3*. В зимнее время перед открытием жалюзи происходит их предварительный прогрев в течение времени, заданного реле *KT3* типа ВС-10-35.

Система испарительного охлаждения и увлажнения включается одновременно с системой облучения программным реле времени КЭП-1, если в сооружении относительная влажность воздуха в норме. Блокировка по влажности осуществляется контактами промежуточного реле *K6*. При программном включении системы получает питание реле времени *KT2*, которое включает в работу реле времени *KT1*. Реле времени *KT1* обеспечивает работу насоса системы испарительного охлаждения (магнитный пускатель *KM6*) в течение 10 с. Периодичность включения системы определяется настройкой реле времени *KT2* (0-30 мин). Аналогично включается система при команде от регулятора влажности (промежуточное реле *K6*). В этом случае рабочий цикл также определяется реле времени *KT1*, а периодичность включений - реле времени *KT4*.

4.4. АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕПЛИЦ

Автоматизация индивидуальных теплиц, особенно находящихся на значительном удалении от мест постоянного проживания, не прихоть и не дань моде, а объективная необходимость, связанная с условиями эксплуатации. Действительно, как защитить растения от возвратных заморозков? Конечно, можно включить в теплице любое нагревательное устройство: Но кто его выключит, если днем будет солнечная погода? И как пополнить запасы влаги в почве, если теплица остается бесконтрольной в течение по крайней мере недели?

Эти вопросы нельзя решить без элементарной автоматизации. Итак, первоочередными задачами автоматизации являются: управление системой отопления воздуха или почвы для защиты растений от возвратных заморозков, управление системой вентиляции и полив растений.

Прежде чем выбрать схему управления и оборудование для автоматизации теплиц, необходимо вначале определить характеристики объектов управления. В индивидуальных теплицах могут быть смонтированы системы отопления воздуха и почвы, форточная или побудительная вентиляция, емкости для периодической подачи воды.

Системы, отопления почвы, как правило, могут быть двух типов: с электробогревом нагревательным проводом и воздушные с циркуляцией теплого воздуха по трубам. В первом случае нагревательный провод включается при помощи магнитного пускателя или тиристорного ключа, во втором магнитный пускатель или промежуточное реле включает вентилятор. При использовании нагревательного провода управление системой отопления осуществляется от любого двухпозиционного терморегулятора. Вентилятор почвенного отопления в системах с аккумулированием тепла (теплица Н. И. Гаврилова) работает постоянно.

В качестве обогревателей воздуха в индивидуальных теплицах используются различные электронагревательные устройства и отопительные приборы, работающие на газообразном или жидким топливе. Автоматизировать работу всех без исключения нагревательных приборов в индивидуальных теплицах невозможно, хотя бы из соображений техники безопасности. По этой причине все газовые или жидкотопливные нагреватели необходимо включать в ручном режиме. Электронагревательными устройствами можно управлять, как и при обогреве почвы, любым двухпозиционным терморегулятором.

В качестве терморегуляторов можно использовать такие серийные регуляторы, как ПТР, ДТКБ-45, ТЛ-3 и др. Очень удобен и доступен терморегулятор ТЛ-3, который выпускается Киевским электромеханическим заводом и предназначен для регулирования температуры в жилых и бытовых помещениях, аквариумах, ульях и т. д. Диапазон регулирования температур 0-48 °C, напряжение питания 220 В, коммутируемая мощность активной нагрузки 0,04-1 кВт, т. е. регулятор может непосредственно включать и выключать электронагревательное устройство мощностью до 1 кВт. Продается регулятор в магазинах "Природа", стоимость его 13 руб.

Несложный терморегулятор можно изготовить своими руками. Одна из конструкций описана в журнале "Сделай сам" [8]. Терморегулятор (рис. 55) выполнен на двух транзисторах VT1 типа МП16Б/(МП25, МП42) и VT2 типа МП37Б. В качестве выходного устройства используется реле РЭС-10 (паспорт РС4.524.302). Напряжение питания регулятора 12 В, в качестве датчика температуры применен терморезистор ММТ-4 сопротивлением 4,7 К.

Не менее важной задачей в индивидуальных теплицах является вентилирование. При выборе схемы автоматики нужно прежде всего решить вопрос о методе

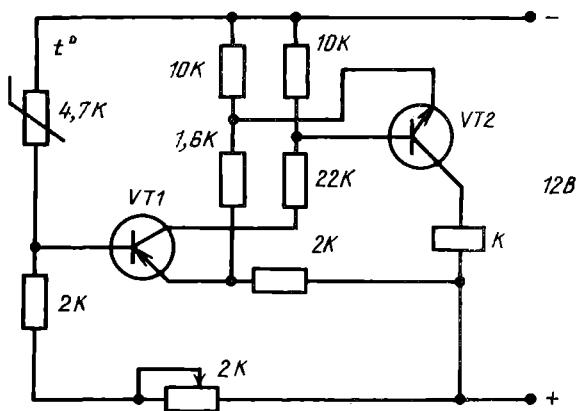


Рис. 55. Принципиальная схема терморегулятора

Если теплица оборудована форточками, необходимо прежде всего снабдить их электроприводом. В качестве электропривода можно использовать электромагниты или электродвигательные исполнительные механизмы. Устройство электромагнитного привода описано в журнале "Сделай сам" [8]. В качестве электроприводов можно использовать промышленные приводы типа ПР-1М мощностью 50 Вт или приводы для вращения новогодних елок, имеющиеся в продаже. Поскольку электропривод выполнен на базе реверсивного электродвигателя, необходимо включать его через промежуточное реле, обеспечивая два сигнала управления. Одна из возможных кинематических схем открывания форточек и схема управления приводом представлены на рис. 56.

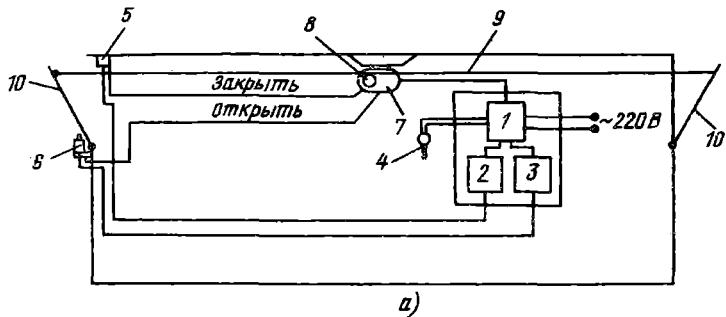
Следует отметить, что электропривод работает более надежно, чем электромагнитный. Это связано с невысокой скоростью процессов открывания и закрывания форточек и со значительно меньшими динамическими нагрузками на конструкции.

Значительно проще вентиляция теплиц решается при использовании терморегуляторов так называемого прямого действия. В этих регуляторах собственно терморегулятор и исполнительный механизм объединены в одном устройстве. Достигается это тем, что в регуляторе используется эффект объемного расширения жидкости (технического масла) при нагревании. Соответствующий подбор объема рабочего цилиндра и кинематической схемы позволяет получать требуемые усилие и ход при открывании фрамуг. Регуляторы такого типа выпускают ПО "Уралмаш" и кооператив "Регулятор" в Петрозаводске. Внешний вид и основные характеристики регулятора ПО "Уралмаш" представлены в журнале "Новые товары" [21]. Цена регулятора 28 руб.

Терморегулятор "Тюльпан", выпускаемый кооперативом "Регулятор", представляет собой цилиндр диаметром 60 и длиной 450 мм, заполненный одним литром технического масла. Нагревание масла вызывает перемещение штока-поршня, рабочий ход поршня 170 мм, усилие 500-600 Н (50-60 кгс). Регулятор настроен на температуру начала открывания 20-25 °С. Габаритные и установочные размеры регулятора "Тюльпан" показаны на рис. 57.

Необходимо заметить, что простота и надежность регуляторов прямого действия, их невысокая стоимость несомненно заслуживают рекомендаций по их использованию в индивидуальных теплицах. Однако следует помнить, что регуляторы такого типа обладают значительным дифференциалом срабатывания. Разброс значений температуры открывания и закрывания форточки может достигать 5 °С и более. Поэтому, если требуется более высокая точность регулирования, следует отдать предпочтение электронным регуляторам.

Имеется ряд разработок регуляторов прямого действия, в которых в качестве рабочего тела используется воздух. В конструкции регулятора Г. И. Иванова [22] фрамуга открывается благодаря подъему гибкого резервуара (автомобильной камеры), сообщенного с герметичным сосудом, укрепленным в верхней зоне теплицы (рис. 58). Гибкий сосуд помещен в бочку с водой, при расширении воздуха он увеличивается в объеме и всplывает, открывая фрамугу. Несколько отличается по конструктивному исполнению регулятор, описанный в [23]. В этом регуляторе фрамуга открывается благодаря моменту, создаваемому перераспределением массы воды в двух емкостях при расширении воздуха. Принцип действия регулятора ясен из рис. 59.



а)

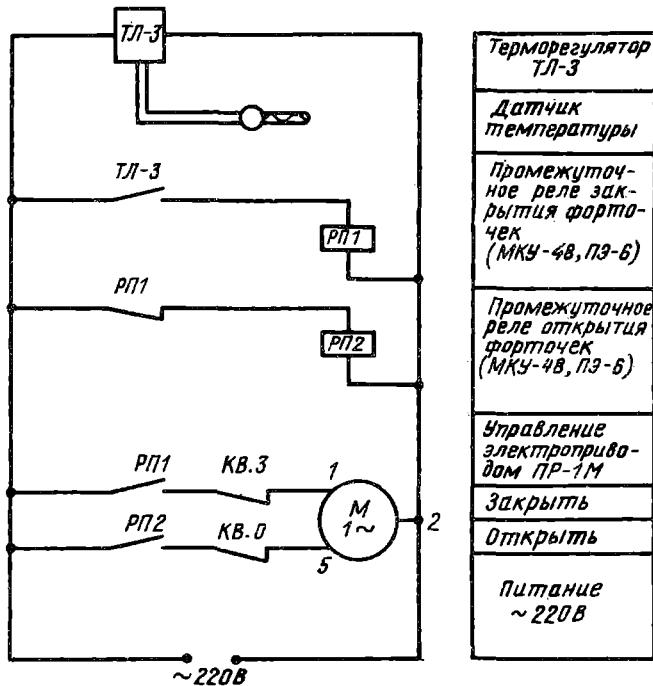


Рис. 56. Схема автоматической вентиляции индивидуальной теплицы:

a — структурная схема вентиляции теплицы с электроприводом торцевых форточек; *б* — принципиальная схема управления электроприводом форточек; 1 — терморегулятор ТЛ-3; 2, 3 — промежуточные реле управления электроприводом; 4 — датчик температуры; 5, 6 — конечные выключатели открытия и закрытия форточек; 7 — электропривод ПР-1М; 8 — вал; 9 — трос; 10 — форточка

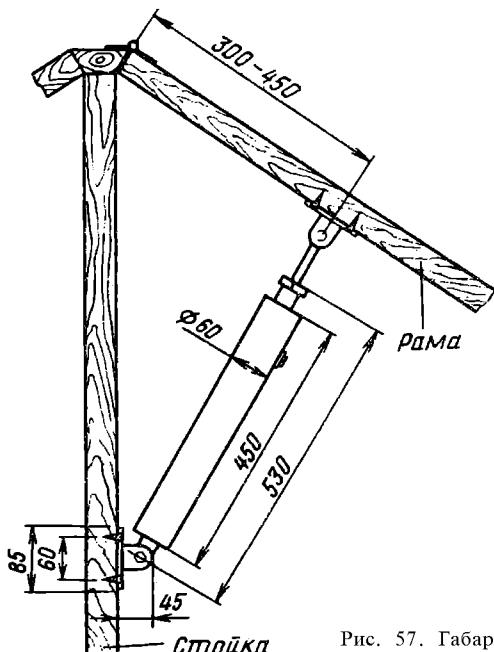


Рис. 57. Габаритные и установочные размеры регулятора "Тюльпан"

Хотя регуляторы с воздухом в качестве рабочего тела просты по конструкции, но из-за малой теплопемкости воздуха требуют больших объемов рабочих органов и поэтому довольно громоздки.

В ряде модификаций регуляторов [24, 25] в качестве рабочего тела используются легокипящие жидкости, например фреон. Регуляторы такого типа более компактны, но эксплуатация их затруднена из-за возможной утечки фреона.

Обеспечив защиту растений от заморозков и перегревов, необходимо подумать и о снабжении их водой. И опять-таки, особенно актуален этот вопрос для теплиц, находящихся на значительном расстоянии от места жительства их владельцев.

При решении задачи полива растений необходим, во-первых, источник воды, во-вторых, - система подачи ее к растениям. Если на участке есть поливная сеть, скважина или колодец с установленным насосом, первый вопрос уже решен. При отсутствии таких источников нужно установить специальную емкость для воды и периодически заполнять ее. Устанавливать емкость необходимо на высоте 1,5-2,5 м, чтобы обеспечить необходимый напор для работы системы полива. Емкость, в качестве которой удобно использовать бочку объемом 200-250 л, целесообразно устанавливать и в первом случае для стабилизации давления в системе и подогрева поливной воды. При наличии водопроводного ввода в бочку устанавливают поплавковый клапан от смывного бачка для поддержания постоянного уровня воды. При необходимости иметь больший запас поливной воды соединяют две или более бочек параллельно.

В качестве системы полива удобно использовать капельную систему самодельную или заводского изготовления. В магазинах "Природа" появились в продаже

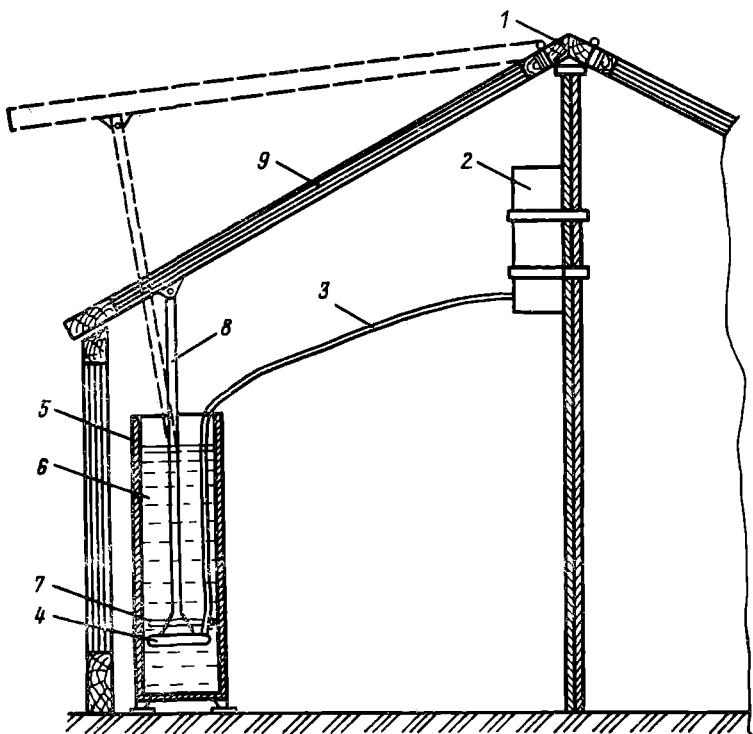


Рис. 58. Автоматическое вентилирование теплицы по способу Г. И. Иванова:

1 — конструкции теплицы; 2 — герметичный сосуд; 3 — шланг; 4 — камера; 5 — резервуар; 6 — вода; 7 — пластина; 8 — тяга; 9 — форточка

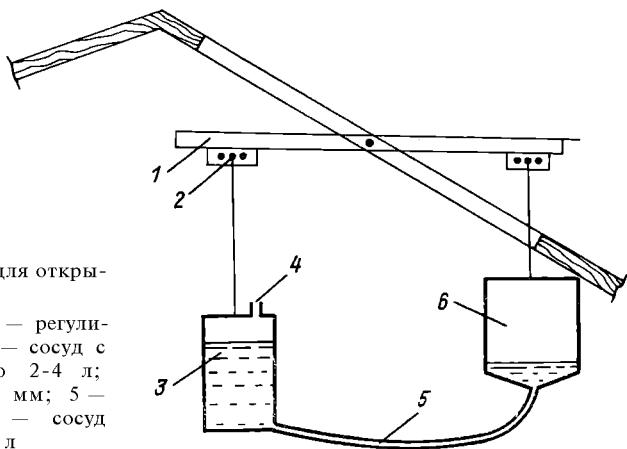


Рис. 59. Устройство для открытия фрамуги:

1 — фрамуга; 2 — регулирующие планки; 3 — сосуд с водой вместимостью 2-4 л; 4 — отверстие $d = 5$ мм; 5 — гибкий шланг; 6 — сосуд вместимостью 10-20 л

детали капельного полива "Водполимер-3" для индивидуальных теплиц. Капельную систему несложно изготовить и самим. В качестве оросителя используют полиэтиленовый шланг или трубу диаметром 15-20 мм, укладываемые по центру гряды. Вода к растениям подается при помощи микротрубок - отрезков поливинилхлоридной изоляции монтажных проводов внутренним диаметром 0,9-1 мм и длиной 50-60 см. Одним концом отрезок изоляции закрепляется в проколотом шилом отверстии в трубе, другой конец подводится к растению. Этот конец трубы может быть укреплен на специальной подставке так, чтобы водовыливное отверстие было поднято над землей на 2-3 см и отстояло от растения на 5-6 см.

Имея источник воды и систему полива, нужно организовать управление поливом растений. Идеальным решением этой задачи является применение датчиков влажности почвы и автоматизация полива по заданной влажности. Можно использовать несколько принципов измерения влажности. Один из них, основанный на изменении объемной массы почвы при увлажнении, является предметом изобретения А. И. Кучина [26]. Регулятор влажности (рис. 60) содержит датчик влажности в виде камеры 1, заполненной водой, и соединенный с ней сильфон 3, подвешенный на подпружиненном рычаге 5. Один конец рычага снабжен клапаном 19, который перекрывает сливные патрубки 17 и 18 гидроцилиндра 10. Увеличение влажности почвы приводит к повышению ее массы и прогибу мембранны 2 камеры 1 и переливу части воды в сильфон 3. Увеличение массы сильфона приводит к перекрытию патрубка 17, перемещению поршня 11 в верхнее положение и закрытию задвижки. Для установки пределов регулирования влажности почвы служит регулировочный винт 8.

Можно применить электронный регулятор влажности. Одна из схем такого регулятора приведена на рис. 61 [8]. В качестве датчика влажности в регуляторе использованы два угольных стержня от батарейки 3336Л с деполяризатором (с элементов удаляют только цинковую оболочку). Стержни заглубляют в почву на расстоянии 20 см. При умеренной влажности сопротивление между ними составляет около 1500 Ом. Схему с помощью переменного резистора $R1$ настраивают на заданный порог срабатывания регулятора, переменный резистор $R2$ служит для установки начальной влажности. В регуляторе использованы транзисторы МП16Б, МП25, МП42 или аналогичные им, выходное реле типа РЭС-10 (паспорт РС4, 524.302).

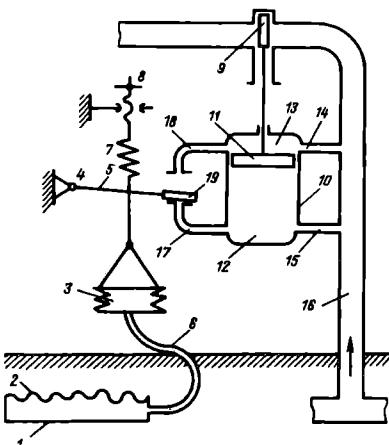


Рис. 60. Автоматический регулятор влажности:

1 — камера; 2 — мембрана; 3 — сильфонная камера; 4 — шарнир; 5 — рычаг; 6 — гибкий шланг; 7 — пружина; 8 — регулировочный винт; 9 — задвижка; 10 — цилиндр; 11 — поршень; 12, 13 — нижняя и верхняя полости; 14, 15 — переливные патрубки; 16 — напорная магистраль; 17, 18 — переливные патрубки; 19 — клапан

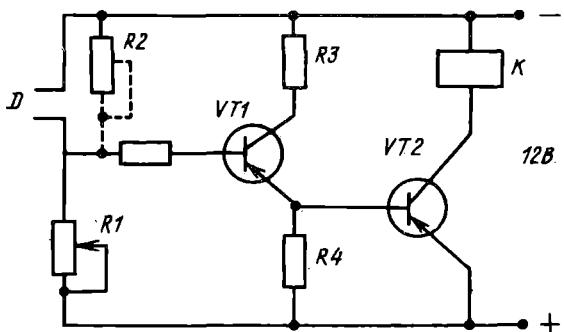


Рис. 61. Принципиальная схема регулятора влажности почвы:

$R1 = 47 \text{ к}\Omega$; $R2 = 21 \text{ к}\Omega$; $R3 = 47 \text{ к}\Omega$; $R4 = 1 \text{ к}\Omega$; D — датчик влажности; K — реле РЭС10

При использовании электронного регулятора для подачи воды в систему полива необходимо использовать электромагнитный вентиль или задвижку с электроприводом. Можно использовать соленоидные клапаны типа СВМ диаметром 20–25 мм. Электромагнитный клапан можно изготовить самому [8]. Одна из конструкций показана на рис. 62. Собственно клапан представляет собой выходной клапан обычного сливного туалетного бачка, соединенный проволочной тягой из нержавеющей стали с исполнительным электромагнитом. В качестве электромагнита можно использовать магнитный пускатель, катушка которого в целях безопасности перемотана на напряжение 36 В.

Управлять системой полива можно и по программе, задавая последнюю по расходным характеристикам системы, погодным условиям и состоянию растений. В качестве программатора удобно использовать программное устройство

типа "Сигнал-201", имеющееся в продаже. В этом устройстве можно создать 16 вариантов различных программ управления. Программатор имеет три выходных канала с коммутируемой мощностью 300 Вт в двух из них и 1000 Вт в одном, что позволяет использовать его не только в системе полива, но и в системах отопления и вентиляции. Цена программатора 57 руб.

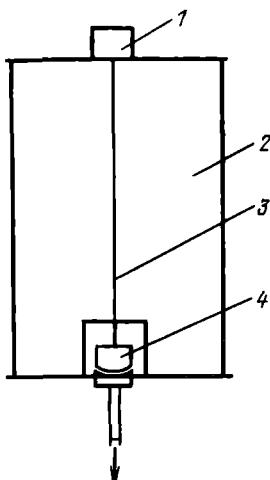


Рис. 62. Емкость с электромагнитным клапаном:

1 — электромагнит; 2 — бочка; 3 — тяга; 4 — клапан

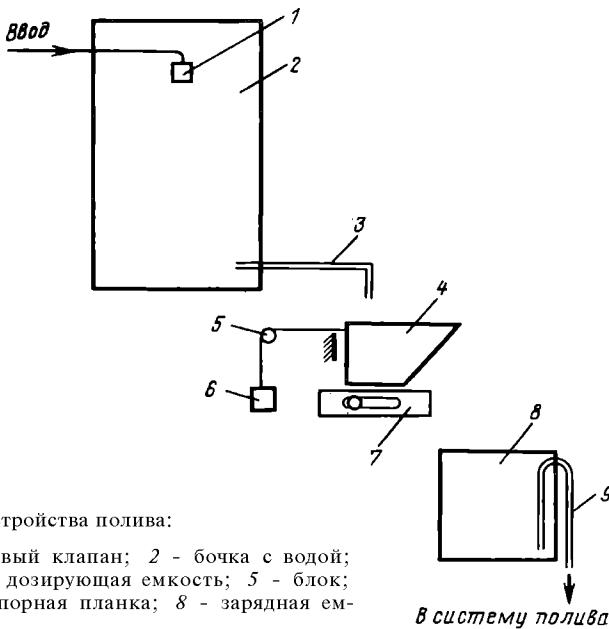


Рис. 63. Схема устройства полива:

1 - поплавковый клапан; 2 - бочка с водой;
3 - дозатор; 4 - дозирующая емкость; 5 - блок;
6 - груз; 7 - опорная планка; 8 - зарядная емкость; 9 - сифон

В систему полива

Как ни заманчиво управлять системой полива при помощи электроники, нужно всегда помнить, что высокую надежность обеспечивают наиболее простые устройства. Несложное программное устройство полива можно изготовить своими руками и без применения электронных схем и электромагнитных клапанов, что позволяет использовать его при отсутствии электроснабжения или перерыве в нем.

Схема такого устройства показана на рис. 63. Устройство состоит из бочки 2 (на 200-250 л), куда заливается запас поливной воды. При наличии водопроводного ввода устанавливается поплавковый клапан 1. Из бочки 2 вода через дозатор 3 поступает в дозирующую емкость 4, которая служит для заполнения емкости 8 и пуска сифона 9. Пусковая емкость 4 должна иметь вместимость 2-3 л, рабочая емкость - 8-10 л. В исходном положении пусковая емкость 4 удерживается грузом 6 и тягой 5, после заполнения емкости через дозатор 3 равновесие системы нарушается и происходит опрокидывание емкости. Для устойчивого опорожнения емкости последняя снабжена опорными планками 7, смешающими центр тяжести в начальный момент опрокидывания. После заполнения рабочей емкости 8 и срабатывания сифона 9 начинается цикл полива. Регулируя расход дозатора 3, можно задавать различные программы полива. Например, если бочка 2 имеет вместимость 250 л, рабочая емкость 5 - вместимость 10 л, а дозатор настроен на расход 2 л/ч, то период полива растений составит 125 ч, или 5 сут. При этом перерывы между отдельными циклами подачи воды составят 5 ч, а сам цикл займет 10-12 мин. В теплицу площадью 10-12 м² поступит за это время 9-10 л воды, а каждое растение получит 0,3-0,4 л.

Если требуется более интенсивный полив, производительность дозатора увеличивают, но при этом нужно учитывать, что общий запас воды при отсутствии водопроводного ввода должен быть увеличен. Ориентировочно вместимость резер-

вуара для запаса воды V можно рассчитать по максимальному удельному водопотреблению растений g , площади теплицы S и требуемому периоду полива T :

$$V = gST.$$

Удельное водопотребление взрослых растений можно принять равным 5 л/м в сутки. Тогда для теплицы площадью 10 м² общий запас воды на 5 сут должен составлять 250 л, в теплице площадью 15 м² потребуется установить емкость вместимостью 375 л (2 бочки по 200 л).

Описанные конструкции систем полива растений не исчерпывают всего спектра возможных решений и не являются обязательными для повторения без каких-либо изменений. Безусловно, каждый может выбрать для себя наиболее приемлемые элементы из разных конструкций, воспользовавшись и приведенными здесь описаниями, и рекомендуемыми в других источниках, например в [27].

Глава пятая

АГРОТЕХНИКА И КУЛЬТУРООБОРЫ

5.1. КУЛЬТУРООБОРЫ В ТЕПЛИЦАХ

Для более эффективного использования теплиц необходимо оптимальное планирование выращиваемых в них культур. Годовой план использования теплицы называется культурооборотом, при этом, как правило, выращиваются не одна, а несколько культур. Сроки посадки и период вегетации каждой культуры зависят прежде всего от потребности в данной культуре, световой зоны, в которой расположена теплица, и от типа сооружения. На сроки посадки и порядок

Таблица 8. Культурообороты, сроки посадки и уборки, нормы выхода продукции в теплицах круглогодового использования для различных световых зон страны

Культурооборот	Сроки		Примерный урожай с 1 м ² , кг
	посева, посадки	окончания уборки	

Световые зоны 0 и 1

Первый вариант

1. Огурец.	20.I-20.II	5-10.X	25-26
2. Выгоночные зеленые	15-20.X	1-5.XII	10

Второй вариант

1. Томат или перец	20.II-10.III	1-15.IX	10-12
2. Зеленые посевные	1-15.IX	15-20.XI	2-3
3. Выгоночные зеленые	20-25.XI	30.XII-5.I	8-10

Световая зона 2

Первый вариант

1. Огурец	5-20.I	15.IX	26
2. Пристановочные и выгоночные	20-25.IX	1.XII	10

Продолжение табл. 8

Культурооборот	Сроки		Примерный урожай с 1 м ² , кг
	посева, посадки	окончания уборки	
<i>Второй вариант</i>			
1. Томатили перец	15-20.II	25.VII	8-9 7-8
2. Огурец	1.VIII	20.X	4
3. Выгоночные зеленые	25.X	5.XII	10 (лук)
4. То же	10.XII	20.I	10
<i>Третий вариант</i>			
1. Огурец	5-20.I	1.VII	20-22
2. Томат	5.VII	10.XII	6
Световая зона 3			
<i>Первый вариант</i>			
1. Огурец	1-10.I	25-30.VI	22-24
2. Томат	1-5.VII	1-10.XII	6-8
<i>Второй вариант</i>			
1. Томатили перец	5-15.II	1.VIII	12-13 9-10
2. Огурец	1-10.VIII	10.XI	5-6
3. Выгоночные зеленые	15.XI	20.XII	8
Световая зона 4			
<i>Первый вариант</i>			
1. Огурец	25.XII-1.I	1.VII	22-24
2. Томат	13-20.VII	1-5.XII	6-8
<i>Второй вариант</i>			
1. Томатили перец	20.I-10.II	1.VIII	12-13
2. Огурец	20.I-10.II	1.VIII	10-11
3. Выгоночные зеленые	5-10.VIII	10.XI	6
	15.XI	20.XII	10 (лук)
Световая зона 5			
<i>Первый вариант</i>			
1. Огурец	15-25.XII	25.VI	23-24
2. Томат	1.VIII	10.XII	6-8
<i>Второй вариант</i>			
1. Перец	15-30.I	10-20.VII	9-10
2. Огурец	10-15.VIII	15.XII	6
Световая зона 6			
<i>Первый вариант</i>			
1. Огурец	15.XII	15.VI	20-22
2. Томат	1.VIII	10.XII	6-7

Продолжение, табл. 8

Культурооборот	Сроки		Примерный урожай с 1 м ² , кг
	посева, посадки	окончания уборки	
<i>Второй вариант</i>			
1. Огурец (переходная культура)	1-15.X	15.VI	20-22
2. Томат	20.VII-1VIII	10.XII	6-7
3. Огурец	15.XII	15.VI	20-22
Световая зона 7			
<i>Первый вариант</i>			
1. Огурец (переходная культура)	10-25.X	1-25.VI	22-24
2. Томат (переходная культура) или перец	25.IX-5.X		13-14
То же	25.IX-5.X	1-VII	12-13
<i>Второй вариант</i>			
1. Томат (переходная культура) или перец	25.IX-5.X	1.VII	13-14
2. Огурец (переходная культура)	10-15.X	1-15.VI	12-13 22-24

П р и м е ч а н и я :

1. Во всех зонах и культурооборотах зимне-весеннюю культуру огурца можно уплотнять пекинской капустой и урожай ее устанавливать до 0,8 кг/м².
2. Урожайность огурцов указана для короткoplодных сортов и гибридов, для длинноплодных ее следует устанавливать на 15% выше.
3. Партенокапрические гибриды огурцов высаживают на 5-7 дней раньше указанных сроков.
4. Обеззараживание (проваривание) грунта при двух оборотах производится перед основным (зимне-весенным) оборотом, при переходном и продленном

чередования культуры влияют возможности отопления и дезинфекции теплиц и взаимное влияние культур друг на друга.

С учетом научных рекомендаций и практической работы тепличных комплексов для каждой световой зоны и типа теплиц разработаны оптимальные культурообороты [3], применение которых гарантирует эффективное использование сооружений защищенного грунта. Для зимних обогреваемых теплиц круглогодичного использования рекомендуются следующие культурообороты (табл. 8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 11-100-75. Теплицы и парники. Нормы проектирования. М.: Стройиздат, 1976.
2. СНиП 2.01-82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1983.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады ОНТП-СХ.10-85. М., 1986.
4. Назаринов Л. В. Теплица в приусадебном хозяйстве. М.: Россельхозиздат, 1987.
5. Федченко С. С, Попов Б. А. Теплицы садово-огородные. М.: Росагропромиздат, 1988.
6. Блинчевский М. З. Теплицы на приусадебном участке. М.: Агропромиздат, 1989.
7. Шматов В. П. Благоустройство приусадебных участков. М.: Россельхозиздат, 1984.
8. Петров Л. А. Парники// Сделай сам. 1990. № 2. С. 181-190.
9. Гречушкин Е. А. Сборно-разборная пленочная теплица// Картофель и овощи. 1979. № 11. С. 42-43.
10. Чижма И. Н. Пленочная теплица на солнечном обогреве// Картофель и овощи. 1981. № 4. С. 34.
11. Бекетт К. Растения под стеклом: Пер. с англ./ Под ред. И. В. Дрягиной. М.: Мир, 1988.
12. Гаврилов Н. И. Пленочная теплица с солнечным обогревом// Картофель и овощи. 1979. № 7. С. 40-42.
13. Овсепян С. Солнечная котельная// Моделист-конструктор. 1988. № 3. С. 6-7.
14. Даниловский Ф. Вперед — по солнечному лучу// Моделист-конструктор. 1989. № 10. С. 1-3.
15. Энергия - даром// Моделист-конструктор. 1989. № 10. С. 17-18.
16. Ювенальев И. Тепло без пламени// Моделист-конструктор. 1989. № 11. С. 38.
17. Куртенер Д. А., Усков И. Б. Климатические факторы и тепловой режим в открытом и защищенном грунте. Л.: Гидрометеоиздат, 1982.
18. А. с. 1319806 СССР, МКИ А 01831/02. Устройство для гидропонного выращивания растений/ Н. П. Загорулько, П. Е. Красилев// Открытия. Изобретения. 1987. № 24.
19. Технология выращивания овощных культур на торфяных и минераловатных субстратах (малообъемная гидропоника). М.: Агропромиздат, 1988.
20. А. с. СССР 1586621, A01G31/02. Устройство для выращивания растений/ П. А. Апостол, С. Ф. Реутова// Открытия. Изобретения. 1990. № 31.
21. Новинка "Уралмаша" — автоматическое устройство для вентиляции теплиц// Новые товары. 1990. № 1. С. 18.
22. А. с 1454312 СССР, МКИ А 01g9/14. Теплица/ Г. И. Иванов// Открытия, изобретения. 1989. № 4.
23. Игнатьев А. Г. Устройство для регулирования температуры в теплице// Картофель и овощи. 1979. № 7. С. 42-43.
24. А. с. 14351968 СССР, МКИ А 0189/24. Вентиляционная створка парника/ В. Захаров// Открытия. Изобретения. 1988. № 41.
25. Владимиров П. С. Теплица-автомат// Приусадебное хозяйство. 1983. № 2. С. 42-43.
26. А. с. 1360651 СССР, МКИ А 01825/09. Автоматический регулятор влажности/ А. И. Кучин// Открытия. Изобретения. 1987. № 47.
27. Гольдман В. Б. Приспособления по уходу за садом и огородом. М.: Россельхозиздат, 1982.



Если Вы хотите иметь свежие овощи и ягоды раньше, чем они созревают в огороде — стройте теплицу. Какую конструкцию теплицы выбрать, как защитить растения от заморозков и перегревов, какие сорта выбрать и как ухаживать за ними — подскажет эта книга.

