

## Лекция 1.1. Характеристика и классификация сооружений защищенного грунта

1. Виды, особенности устройства защищенного грунта и их назначение.
2. Классификация теплиц. Типовые проекты теплиц. Строительство и реконструкция теплиц.
3. Теплицы для специализированных хозяйств. Теплицы для овощеводов любителей. Фермерские теплицы.
4. Основные конструктивные элементы теплиц.
5. Типы светопрозрачного покрытия теплиц.

### 1. Виды, особенности устройства защищенного грунта и их назначение

*Защищенным грунтом* называют специальные сооружения или открытый земельный участок, где искусственно создан или улучшен естественный микроклимат с целью внесезонного выращивания растений.

*Его назначение* - производство овощей в период, когда они не могут поступать из открытого грунта, и выращивание рассады для открытого и защищенного грунта.

Это направление в овощеводстве активно развивается, особенно в последние 15-20 лет, так как имеет исключительно большое значение для решения проблемы круглогодичного производства и обеспечения населения овощами. Главное достоинство защищенного грунта - интенсивное использование земельных площадей. За год на одном месте выращивают до пяти урожаев, превосходящих во много раз продуктивность растений открытого грунта. Несмотря на большие затраты ручного труда, использование сложной техники и строительных конструкций, значительно повышающих себестоимость овощей, защищенный грунт будет развиваться и впредь, так как он всегда гарантирует высокий урожай ценной овощной продукции.

**Защищенный грунт условно делят на два вида:** утепленный грунт и культивационные сооружения.

*Утепленный грунт* - временная защита растений от пониженных температур и заморозков ранней весной или осенью. Для этих целей выбирают участки с благоприятным микроклиматом (южные склоны, поля защищенные высокорослыми насаждениями), создают элементарные малогабаритные укрытия (пленочные), используют простейшие способы обогрева и средства ослабления заморозков (дымление, дождевание, применение пенообразователей). Основное назначение утепленного грунта - выращивание раннего урожая без вложения капитальных затрат. Под временными укрытиями урожай получают на одну-три недели раньше, чем из открытого грунта. На утепленном грунте выращивают также среднюю или позднюю рассаду для открытого грунта.

Из всех видов защищенного грунта этот способ - самый древний и рассчитан на использование доступных средств для создания благоприятных условий выращивания овощных растений ранней весной. Издревле применяют органические отходы сельскохозяйственного производства (прежде всего навоз) для обогрева почвы. Это дает возможность выращивать овощные растения на паровых гребнях, грядах, кучах, ямах (рис. 1).

*Паровая куча* - уложенный саморазогревающийся навоз диаметром 50 см и высотой 30 см, засыпанный почвой слоем 15-20 см, на которой выращивают

растения. Паровая яма отличается от кучи тем, что часть навоза размещена в углублении и лишь сантиметров 20 его располагается выше уровня почвы. Паровые гребни сходны с паровой ямой, но навоз укладывают в сплошную борозду. Гряды отличаются от гребней более широкими размерами. Иногда на небольшие земельные участки укладывают навоз на всю площадь и закрывают слоем плодородной земли. Такой вид утепленного грунта называют навозной постелью.

К утепленному грунту относят также открытые рассадники (без ограждений), холодные рассадники, рассадные гряды, располагаемые в местах с благоприятным микроклиматом (южные склоны, участки, защищенные со стороны холодных ветров и др.). В критические периоды их можно укрыть теплоизоляционным материалом (маты, пленки), для чего делают специальные приспособления, а при наличии боковых ограждений можно обходиться без вспомогательных средств.

*Теплый рассадник* - более совершенный вид утепленного грунта. Он состоит из траншеи глубиной до 45 см, в которую укладывают разогретый навоз толщиной до 30-40 см, засыпанный сверху плодородной почвой или специальной смесью (15 см). Над траншеей устанавливают боковые ограждения из досок (короб), которые нужны при укрытии рассадника в случае заморозков. Паровая гряда с боковыми ограждениями - тот же теплый рассадник. Их можно использовать за полмесяца до начала полевых работ. Наиболее широко используют в настоящее время малогабаритные укрытия из полимерной светопрозрачной пленки, которые принято делить на три типа: бескаркасные, тоннельные и шатровые. Бескаркасное укрытие делают механизированным способом - нарезают земляные валики, у их основания высевают семена или высаживают рассаду с одновременным расстилом и закреплением почвой пленки. Через три-четыре недели пленку снимают, так как в этот период улучшается тепловой режим в открытом грунте и пленка может мешать росту растений. Более практичны пленочные укрытия тоннельного и шатрового типа. *Тоннельное укрытие* монтируется на дуги из проволоки диаметром 4-6 мм, которые устанавливают через 2-3 м. Концы дуг заглубляют в почву на 20 см, поверх дуг расстилают пленку на всю длину тоннеля, в торцах которого ее связывают в сборку и крепят к кольям, глубоко забитым в почву. Сверху пленку прижимают крепящими дугами, устанавливаемыми между соседними опорными. Заглубляют их концы глубже, чем у опорных дуг. Длина тоннеля не ограничена, но экономически невыгодно ее иметь короче 50 м. Ширина тоннеля зависит от ширины пленки. Чаще всего она бывает 0,7-1,2 м, а высота 0,4-0,6 м.

Каркас шатрового укрытия состоит из конькового бруса и трех опорных стропил. Пленку крепят к коньковому брусу, а боковые продольные кромки ее заправляют в деревянные бобины (рейки, на которые наматывают пленку, если надо проветривать сооружение). Длина одного каркаса - 6 м, ширина - 1,6 м. Устанавливают каркасы в одну линию впритык торцами по три-пять штук. На стыках каркасов концы пленки должны быть длиннее одного укрытия на 20 см для того, чтобы при установке можно было перекрывать соседние полотнища. На стыках пленку прижимают сверху накладкой из двух досок, соединенных шарнирно ремнем или другим прочным материалом. В торцах крайних каркасов пленку связывают в сборку и крепят к колу, забитому в почву. Продольные рейки каркаса с помощью металлических вилок соединяют с бортовыми досками, на которые опирается вся

конструкция.

Малогобаритные пленочные укрытия требуют небольших затрат на их создание и эксплуатацию. Они позволяют получить урожай на неделю-полторы раньше, чем из открытого грунта даже без обогрева, а при искусственном улучшении теплового режима - на 3-3,5 недели раньше. К тому же урожай под пленкой увеличивается в 1,5-3,0 раза по сравнению с открытым грунтом.

Укрытие шатрового типа и теплый рассадник - переходные конструкции от сооружений утепленного грунта к парникам.

*Культивационные сооружения* - специальные конструкции с боковыми и верхними ограждениями, изолирующими выращиваемые растения от атмосферных условий и позволяющими искусственно создавать благоприятный микроклимат внутри сооружения. Они создаются для длительного использования, поэтому обеспечены искусственным обогревом воздуха и почвы, а также различным оборудованием, необходимым для поддержания требуемого микроклимата. Культивационные сооружения представлены в защищенном грунте парниками и теплицами.

*Парники* - малогобаритные капитальные или примитивные конструкции со светопрозрачным съемным верхним ограждением и невысокими боковыми ограждениями. Основное их назначение - выращивание рассады для открытого грунта. После высадки рассады используют для получения раннего урожая овощей.

*По конструктивным особенностям парники* делят на односкатные и двускатные. У первых скат направлен на юг, а у вторых - на запад и восток. Каждая из этих конструкций может быть углубленной (котлованной) или наземной. Последние, в свою очередь, могут быть стационарными или переносными. Таким образом, встречаются шесть **типов парников**, различающихся по отмеченным выше особенностям:

- 1) односкатный углубленный (русский парник);
- 2) односкатный наземный стационарный (архангельский парник);
- 3) односкатный наземный переносной (парижский парник);
- 4) двускатный углубленный (бельгийский парник);
- 5) двускатный наземный стационарный (парник Есиева);
- 6) двускатный наземный переносной (УРП-20).

Наиболее широкое распространение получил русский углубленный парник (рисунок 51), состоящий из котлована (траншеи), над которым устанавливается короб (обвязка), накрытый парниковыми рамами. Котлован глубиной 40-75 см роют в земле на 15-20 см меньше по длине и ширине по сравнению с размерами короба. Короб делают из досок (на юге) или округленных бревен (на севере), реже из других строительных материалов. Длинные стороны его называют парубнями (южный парубень, северный па-рубень), а короткие - оголовками, приголовками или торцевыми парубнями. Поперек короба кладут парниковые рамы, поэтому его длина всегда кратна ширине парниковой рамы. Типичный русский парник 20-рамный, но есть 10- и 15-рамные.

Парниковая рама в длину 160 см, в ширину - 106 см. В связи с этим ширина короба парника, соответствующая длине рамы, составляет 160 см, а длина - 21,2 м у 20-рамного и 10,6 м у 10-рамного парника. Рама состоит из обвязки, сделанной из

четырёх брусьев сечением 55 x 47 мм, и трёх шпросов шириной 38 мм и высотой 47 мм. Кусочки стекла кладут внахлест между обвязкой и шпросами и закрепляют металлическими шпильками и замазкой. Если раму закрывают пленкой, тогда ее делают без шпросов.

*Парники по срокам использования делят* на ранние (зимние, теплые), средние и поздние. Они различаются глубиной котлована (если обогрев с помощью навоза) и углом наклона рамы в солнечную сторону. У ранних парников котлован углубляют на 60-65 см, у средних — на 50 см, у поздних на 30-40 см. Углубление свыше 75-80 см нецелесообразно, так как ниже этого уровня кислород из атмосферы не проникает и навоз у основания такого котлована не «горит». Весь кислород воздуха в этом случае поглощается микроорганизмами, сосредоточенными в верхнем слое. Угол наклона рамы определяется разностью высоты южного и северного парубней. У теплых (ранних) парников северный парубень выше южного на 18-20 см, у средних - на 12-15 см) и у поздних - не более чем на 10 см.

*Русский углубленный парник* обогревается главным образом навозом, эффективность разложения которого и активность выделения тепла зависят от качества укладки (набивки) его в котлован. Эту работу начинают с очистки котлована и укладки по дну и наклонным стенкам теплоизоляционного материала (чаще сухая солома или сухой соломистый навоз) слоем до 10 см. Затем с одного из углов начинают рыхло укладывать разогревшийся навоз небольшими участками (до трех рам). После легкого уплотнения навоза (вдоль парубней это делают сильнее) загруженный участок закрывают рамами и продолжают поэтапно набивку котлована. Спустя 2-5 суток также отдельными участками уплотняют навоз вдоль парубней, выравнивают его поверхность и при необходимости досыпают. Через одни-двое суток после этого засыпают почвенную смесь слоем 15-17 см. Чрезмерно большая масса почвы может вызвать излишнее уплотнение навоза, что снизит активность его разложения и теплоотдачу. Навоз и почвенный слой должны укладываться строго горизонтально, чтобы обогрев и увлажнение корнеобитаемого слоя происходили равномерно по всему парнику. Иногда перед засыпкой почвенной смеси на навоз равномерно рассыпают известь или золу как средство, препятствующее росту грибов, плодовые тела которых разрушают выравненность почвенной смеси и даже губят молодые сеянцы.

Площади, занятые под парниками, с каждым годом сокращаются. На смену им приходят пленочные укрытия, в которых есть возможность выращивать полноценную рассаду с использованием механизации многих процессов в этой работе. Неперспективность парников очевидна. Их эксплуатация связана с большими затратами ручного труда, так как возможности применения техники ограничены.

*Теплицы* - крупногабаритные капитальные сооружения со светопрозрачными боковыми и верхними ограждениями, оснащенные специальным оборудованием для создания и поддержания условий, соответствующих требовательности выращиваемых растений. Большие размеры сооружения позволяют всем работающим находиться внутри теплицы. Основное назначение теплиц - выращивание овощей во внесезонное время, а также рассады для открытого и защищенного грунта.

## 2. Классификация теплиц. Типовые проекты теплиц. Строительство и реконструкция теплиц.

Площадь теплиц, приходящаяся по статистике на одного жителя в России, в несколько раз ниже среднемировых показателей для стран с аналогичными климатическими условиями. Более того, в течение двух последних десятилетий площадь под производство тепличных растений в России постоянно сокращается; тенденция к росту ввода новых тепличных комплексов для производства овощей наметилась только в последние два года.

**В середине 1980-х годов в России теплицами** было занято 4700 га. Отрицательная динамика количества связана с устареванием промышленных тепличных сооружений, которые в большинстве своем эксплуатируются уже не один десяток лет. *Тепличные хозяйства в нашей стране строились в 1970-е гг.*, позже инвестициями в это направление сельского хозяйства почти никто не занимался. Во времена перестройки (в середине 80-х годов прошлого века) значительная часть промышленных теплиц пришла в упадок, более половины тепличных конструкций были разобраны или просто заброшены. *Ни в 1990-е, ни в 2000-е денег у хозяйств на ремонт теплиц не было.* Причины очевидны: гиперинфляция и снижение уровня жизни, разрыв межрегиональных связей, прекращение государственных дотаций и - самая большая беда - начавшийся постоянный рост цен на энергоносители (в старых теплицах около 60% себестоимости - это затраты на тепло и электроэнергию). Хозяйства разорялись, теплицы разрушались. Большая часть комбинатов закрылась. В Пермской области все тепличные комбинаты закрыты. В Мурманской области было два крупных комбината, оба закрылись. В Московской области были закрыты сразу несколько тепличных хозяйств (например, "Белая Дача").

Вывод из эксплуатации старых тепличных сооружений частично или полностью компенсируется строительством новых промышленных теплиц. **Если в 1990 г. было введено 108,7 га** сооружений защитного грунта, в 1991 - 1995 гг. – 24,7 га, в 1996 г. – 16,0 га, то, например, в 1997 г. не было построено ни одной теплицы.

На официальном портале Минсельхоза РФ сообщается, что на апрель 2012 года площадь закрытого грунта составляет 2,6 тысяч га. Здесь учтены площади как под старыми, так и под новыми современными теплицами. Возведение новых тепличных сооружений едва компенсирует вывод из сельскохозяйственного производства старых теплиц. Ресурс для модернизации старых теплиц полностью исчерпан, а их дальнейший ремонт уже не приносит экономической отдачи. Для сравнения, в Голландии – 10, в Турции – 41, во Франции – 8,5 тыс. га, в Китае - 2 млн. га, Испании - более 50 тыс. га.

Валовый сбор тепличных овощей и зелени увеличивается в основном за счет повышения урожайности. В настоящее время с закрытого грунта в России собирают 580-600 тысяч тонн овощей (из них 460 тысяч тонн - во внесезонный период) при потребности в 3 млн. тонн. И эта потребность ежегодно увеличивается на 10-15%. Основными производственными культурами являются огурцы (70%), томаты (25%), перец и баклажаны, зелень. Всего выращивается более 30 наименований овощных культур, цветы, грибы.

По итогам 2013 г. под зимними теплицами было занято **2,05 тыс. га.** За последние пять лет площади зимних теплиц увеличились на 0,55 тыс. га или на 34%.

**К ТОП-10 регионов с крупнейшими размерами** площадей овощей в зимних теплицах относятся Республика Башкортостан (344,9 га), Карачаево-Черкесская республика (130,5 га), г Москва (122,1 га), Краснодарский край (117,0 га), Приморский край (53,1 га), Республика Татарстан (52,6 га), Волгоградская область (48,4 га), Ставропольский край (47,0 га), Ивановская область (46,1 га) и Саратовская область (44,3 га).

В первую десятку регионов с наибольшими площадями овощей в весенних теплицах в 2012 году вошли Краснодарский край (179,3 га), Красноярский край (97,8 га), Новосибирская область (86,3 га), Приморский край (62,6 га), Свердловская область (61,9 га), Республика Башкортостан (56,3 га), Омская область (39,4 га), Челябинская область (29,2 га), Новгородская область (25,0 га) и Сахалинская область (923,9 га).

Посевы овощей под пленкой наиболее распространены на Урале и в Сибири. На долю СФО в 2012 году пришлось 57,3% всех посевов утепленного грунта и посевов под пленкой, на долю УФО – 36,4%. Также относительно большие площади в СЗФО – 4,3%.

### ***Классификация теплиц***

*Теплицы классифицируют* по ряду эксплуатационных и строительных признаков: назначению, сезонности, технологии выращивания в них растений, видам светопрозрачного ограждения, способам обогрева, конструктивно-планировочным решениям, профилю поперечного сечения (Тараканов, 1982).

*По назначению теплицы* делят на овощные, рассадные и цветочные.

*По сезонности* их разделяют на зимние и весенние. Первые используют в течение всего года, вторые - в весенне-летний периоды.

*В зависимости от технологии выращивания* различают почвенные, стеллажные, бесстеллажные, гидропонные теплицы, фитотроны и шампиньонницы.

*По виду светопрозрачного ограждения* теплицы делят на стеклянные, пленочные и теплицы с покрытием из жестких полимерных материалов.

*По способам обогрева* выделяют теплицы, имеющие водно-трубную и воздушную системы обогрева. При воздушной системе применяют различные воздухонагреватели и теплогенераторы (использующие пар, горячую воду, газ, электроэнергию и др.).

*По конструктивно-планировочным решениям* теплицы делятся на ангарные и блочные, по профилю поперечного сечения - на односкатные и двухскатные, двухскатные с равными и неравными, плоскими и цилиндрическими скатами. Кроме указанных типов теплиц, существуют вантовые (подвесные) и воздухо-опорные, а также башенные (высотные) конвейерные теплицы.

**В стеллажных теплицах** для выращивания овощных культур устраивают специальные корытообразные приспособления - стеллажи. Они значительно сокращают коэффициент использования площади (до 0,55...0,65), повышают трудоемкость при обслуживании, увеличивают стоимость теплиц. Поэтому площадь под стеллажными сооружениями в хозяйствах ограничена и составляет не более 5...10% общей площади теплиц.

Стеллажные теплицы используют для получения рассады и ранней продукции теплолюбивых растений, при культуре овощей на искусственных субстратах и для

выращивания шампиньонов.

Стеллажи располагают с оставлением продольного прохода под коньком или параллельно коньку. Оптимальная ширина стеллажей при одностороннем обслуживании 60...80 сантиметров, при двустороннем — 160...180 сантиметров, глубина стеллажей 25 сантиметров. Ширина центрального прохода в стеллажных теплицах 100 сантиметров, боковых 60...70 сантиметров.

Деревянные стеллажи обычно выходят из строя в течение двух лет. Поэтому более практичны железобетонные стеллажи, отличающиеся прочностью и продолжительным сроком службы.

**В грунтовых (бесстеллажных) теплицах** овощные культуры возделывают на грядках или ровной поверхности. В них лучше используются полезная площадь (до 0,85), механизация при обработке почвы и транспортных работах, кубатура при выращивании высокорослых растений на шпалере.

**Однокатные теплицы** обычно деревянные, просты по устройству. Имеют один остекленный скат, обращенный к югу. Остекление рамное (съёмное) или стационарное, угол наклона ската 35...45 градусов. Размер однокатных теплиц не превышает 50...100 квадратных метров, внутренняя планировка - стеллажная, выполнена в виде небольших корыт, расположенных под остекленной кровлей. Вентиляция — односторонняя, верхняя, отопление - печное. *Теплицы имеют ряд существенных недостатков: трудоемки в обслуживании, узко специализированы в использовании в связи с недостаточной вентиляцией, имеют неустойчивый режим температуры и влажности почвы и воздуха, поэтому строительство их допускается лишь в исключительных случаях, главным образом в северных районах, в небольших тепличных хозяйствах.*

**Двускатные теплицы** обычно металлокаменные, реже деревянные, имеют два остекленных ската, ориентированных на восток и запад. Остекление стационарное, угол наклона кровли 25...30 градусов. Кровля теплицы опирается на каркас, состоящий из четырех рядов опорных стоек (металлических труб). Два ряда труб расположены по центру теплицы. В верхней части они соединяются металлическими прогонами (уголковым железом). Другие два ряда опорных стоек совмещены с боковыми стенами. Размеры двускатных теплиц от 100...150 до 300...350 квадратных метров, внутреннее устройство — стеллажное или грунтовое. Вентиляция двойная — верхняя и боковая, отопление чаще всего водяное.

Недостатком двускатных теплиц является трудоемкость обслуживания (механизация невозможна из-за опорных стоек каркаса).

**Ангарные теплицы** представляют собой крупные двускатные (иногда с арочной кровлей) сооружения площадью 600...3000 квадратных метров, без внутренних опорных стоек. Перекрытие стационарное, угол наклона остекленной кровли 25...30 градусов, вентиляция двойная.

**Положительными качествами этих теплиц являются:** лучшая освещенность и повышенные вентиляционные возможности, устойчивый тепловой режим в почве и воздухе, возможность применения современных транспортных средств и почвообрабатывающих машин, а также механизации или автоматизации вентиляции, дождевания, подкормки, обработки растений ядохимикатами.

Но из-за большой высоты и ширины эти теплицы имеют коэффициент

ограждения 1,5, что обуславливает повышенные по сравнению с двускатными теплицами теплопотери. Поэтому ангарные теплицы дороже в эксплуатации; выше и капитальные затраты при строительстве.

**Недостатки блочных теплиц:** худший световой режим, слабая вентиляция, особенно боковая из-за большого расстояния между боковыми стенами. Эти теплицы наиболее широко применяют при строительстве крупных тепличных комплексов.

**Блочные теплицы** представляют собой объединение нескольких теплиц, примыкающих одна к другой продольными сторонами, с заменой совмещаемых боковых стен опорными стойками. В результате эти теплицы являются самыми экономичными при строительстве.

**Стыки кровли смежных секций соединяют желобами**, которые служат для сброса воды и одновременно являются несущими элементами кровли. На желоба и коньковый брус опираются шпроссы. При таком устройстве все звенья теплицы представляют собой одно общее помещение с остекленной кровлей (угол наклона 25...27 градусов). Размеры блочных теплиц колеблются от 10000 до 30000 квадратных метров. Коэффициент ограждения меньше, чем у ангарных теплиц, и составляет 1,3...1,4. В блочных теплицах обеспечиваются еще большие возможности для механизации всех работ по обработке грунтов и различных перевозок, для автоматизации режимов микроклимата, полива, подкормок, обработки растений ядохимикатами.

**Зимние теплицы** предназначены для эксплуатации в течение круглого года. Они имеют массивную конструкцию, стационарное перекрытие и достаточное количество обогревающих приборов, обеспечивающих оптимальный температурный режим для выращивания культур в самое холодное время.

**Весенние теплицы** используют в течение весны, лета и осени, то есть при более благоприятных условиях освещенности и особенно наружной температуры, чем зимние теплицы. Весенние теплицы имеют конструкции легкого типа с меньшим количеством обогревающих элементов, а иногда и совсем без них. Поэтому капиталовложения при строительстве их в 2...3 раза ниже зимних теплиц.

Основными способами обогрева весенних теплиц являются солнечный обогрев и биологический. Однако оснащение весенних теплиц дополнительным техническим обогревом дает возможность использовать их примерно на месяц раньше, чем теплицы на биологическом обогреве.

В весенних теплицах выращивают рассаду для открытого грунта, а последующей культурой — томат или огурец, получая при этом хороший урожай при низкой себестоимости.

*В практике тепличного овощеводства применяют весенние пленочные теплицы разнообразных конструкций:* стационарные, передвижные и разборные. Реже встречаются весенние теплицы, остекленные блочного или ангарного типа.

*Несущая конструкция весенних теплиц* может быть деревянной или металлической. Площадь их колеблется от 100 до 5000 квадратных метров. Стационарные блочные теплицы более крупные, чем ангарные или двускатные.

Представляют интерес блочно-арочные пленочные теплицы с металлическими каркасами из облегченных элементов заводского изготовления и рассадные теплицы.

Покрытие у них пленочное целыми полотнищами, крепление пленки безгвоздевое. Вентиляцию осуществляют открытием каждого звена арочной кровли и боковых стен. Предусмотрена механизация и автоматизация основных работ. Теплицы универсального использования.

В последние годы стали приобретать промышленное значение **передвижные теплицы**. По конструкции они бывают арочные, блочно-арочные и ангарные.

В течение сезона 2...3 раза теплицу последовательно перемещают с одной культуры на другую. Передвижение осуществляют с помощью тракторов, тросов и лебедок. Все операции по обработке почвы, поделке гряд, посеву, иногда посадке выполняют обычные машины, после чего теплицу передвигают на подготовленный участок.

Передвижные теплицы представляют интерес для выращивания рассады, так как позволяют закалять ее в условиях, максимально приближенных к открытому грунту.

Разборные теплицы состоят из деревянных несущих конструкций, на которые устанавливают деревянные рамы с двойным слоем пленки. На зиму рамы снимают. Новую пленку натягивают весной в отапливаемых помещениях. Монтаж рам на каркас простой.

Для вентиляции этих теплиц снимают рамы бокового ограждения и на кровле или открывают фрамуги. Разборные теплицы удобны для выращивания рассады капусты (легко проводить закалку). Они перспективны для юга России, где летом возможны перегревы.

**Блочные** теплицы относят к многопролетным, а двухскатные - к однопролетным. Однопролетные теплицы, называемые ангарными, они не имеют внутренних опор. Строительство их обходится дороже, но в отличие от блочных они выдерживают большие снеговые нагрузки, а их ограждение обеспечивает лучшую освещенность растений.

Многопролетная блочная теплица по сравнению с ангарной характеризуется меньшим коэффициентом ограждения, что обеспечивает снижение затрат средств и материалов на единицу площади при строительстве, и экономию тепла за счет уменьшения теплопотерь. По сравнению с ангарной теплицей (пролет 12 м) коэффициент ограждения двухпролетной теплицы) на 10,5%, а четырехпролетной на 15,5% меньше. Для двухпролетной теплицы, например, требуется тепла на 15% меньше, чем для двух ангарных теплиц с одинаковой общей площадью.

Башенные теплицы отличаются высоким уровнем автоматизации технологических процессов. Устройство таких теплиц не требует большой земельной площади, но стоимость капитальных затрат на их строительство во много раз выше, чем на сооружение обычных ангарных и блочных теплиц.

Высоту теплиц определяют под коньком и в карнизе (карниз - это выступ в соединении верхнего и бокового ограждений, предохраняющий стены от затекания воды). Расстояние между боковыми стенами называют пролетом, а между стойками и некоторыми другими элементами конструкции - шагом.

**Коэффициент ограждения** - отношение площади всех ограждающих поверхностей (кровли, стен) к инвентарной площади. **Инвентарная площадь** -

произведение внутренней ширины на длину теплицы. Кроме инвентарной площади, существуют понятия строительная и полезная площади теплиц. Строительная площадь - произведение наружной ширины на длину теплицы, полезная - площадь, на которой непосредственно размещены растения, включая проходы между грядками.

**Типовые проекты** разрабатывают применительно к географическим условиям. На севере теплицы строят с более высокими и утепленными цоколями, с утепленным северным торцом, увеличенным комплектом тепловых приборов, меньшей площадью вентиляционных устройств, использованием более утолщенного стекла, а в отдельных случаях с двойным остеклением боковых ограждений.

На юге нашей страны теплицы строят с расчетом на более высокие температуры наружного воздуха, поэтому в них предусматривают хорошую вентиляцию и возможность механического притенения кровли для предотвращения перегревов.

Проектам сооружений защищенного грунта присвоен **номер 810**. Цифра, следующая за этим номером, обозначает индивидуальный номер проекта, например 810-99 и т. д.

**При расчете строительных конструкций теплиц учитывают воздействие ветровых и снеговых нагрузок, массу шпалер с подвязанными к ним растениями, массу установленного на каркасе технологического оборудования, собственную массу конструкции, нагрузки в процессе перевозок и монтажа, а также воздействие наружных и внутренних температур воздуха и почвогрунта, а в отдельных случаях и сейсмические воздействия. Техничко-экономические** показатели теплиц зависят от климатических условий районов строительства, схем компоновки тепличных блоков, объемно-планировочного и конструктивного решения теплицы.

Кроме типовых, в производственных условиях применяют **индивидуальные проекты** или вносят коррективы в типовые, применительно к местным условиям. Новое поколение современных теплиц выпускает ООО «Агрисовгаз» (Россия), а также некоторые страны Западной Европы.

*В настоящее время все тепличные комбинаты России и других стран СНГ сталкиваются с одинаковыми проблемами, связанными с переоснащением старых теплиц производства городов Антрацит и Воронеж.*

Например, один гектар антрацитовской теплицы по паспортным данным потребляет в час **5 Гкал** тепла при расчетной температуре наружного воздуха - 20 °С. Учитывая возраст и состояние этих теплиц, эту цифру можно смело увеличить в полтора-два раза, т.е. реально гектар в среднем потребляет 7,5-10 Гкал/час в указанных температурных условиях.

Проблема особенно обострилась в последние годы из-за повышения цен на энергоресурсы со стороны естественных монополий. В результате доля энергоресурсов в себестоимости продукции достигает до 40 и более процентов, а рентабельность тепличных хозяйств снизилась с 45-60 % до 9-15 %.

Некоторые пытаются решить **проблему полимерами**: утепляют стены двухслойной пленкой, разделяют контуры отопления, переходят на интегральный или капельный полив и т.д. Но к кардинальным изменениям это привести не может, несмотря на то, что постоянные затраты на ремонт и реконструкцию изношенных

теплиц площадью 1,0 га не менее 40-50 тыс. долларов США в год.

Предлагаемые стеклянные теплицы нового поколения в силу ряда инженерных решений потребляют при расчетной температуре наружного воздуха - 20 °С всего 2 Гкал тепла в час на один гектар, то есть тепловой энергии, которая сегодня расходуется на отопление одного гектара, достаточно для отопления 4-5 гектар теплиц нового поколения.

Кроме того, новые теплицы обеспечивают возможность внедрения всех последних достижений агротехнологии, лучшие условия труда и долговечность. Отсюда - возможность реализации двух главных принципов успешной работы - **снижение издержек и повышение урожайности**. Урожайность, например, огурца и томата составляет в новой теплице 40-50 кг/м<sup>2</sup> в год, а с применением электродосветки - не менее 80 кг/м<sup>2</sup>, что превышает обычные показатели в 2,5-3 раз. Окупаемость строительства составляет в среднем от 19 до 24 месяцев.

### **3. Теплицы для специализированных хозяйств. Теплицы для овощеводов любителей. Фермерские теплицы**

*Теплицы для специализированных хозяйств* в основном ангарного и блочного типов.

Каркас состоит из стальных облегченных профилей. Конструкции защищены от коррозии методом горячего цинкования. Толщина цинкового покрытия 80 мкм. Покрытие, перегородки, стены из листового оконного стекла толщиной 4 мм по алюминиевым шпросам на резиновых уплотнителях; покрытие и перегородки - одинарное остекление, стены - двойное остекление, двойная пленка или поликарбонат толщиной 10 или 16 мм.

Фундаменты: сборные бетонные, набивные сваи., Цоколь: монолитный железобетонный, сборный железобетонный. Шаг колонн - 4 метра, Теплицы рассчитаны на выращивание: огурцов, томатов, перца, баклажан, цветов, зеленных культур, виноградной лозы, лимонов, клубники и др.

*Теплицы для овощеводов-любителей* изготавливаются площадью от 12 м<sup>2</sup> до 40 м<sup>2</sup>, в том числе и теплицы с двумя отделениями различной площади. Предназначены для выращивания овощных культур, рассады для открытого грунта, а также ранней выгонки зеленных растений и цветов на приусадебных и садово-огородных участках в весенне-летне-осенний период. Ширина теплицы позволяет разместить в ней три грядки, что позволяет сэкономить площадь теплицы.

*Основанием индивидуальной теплицы служит стальной профиль с цинковым антикоррозионным покрытием.* Каркас теплицы изготавливается из облегченного алюминиевого профиля который сохраняет свои свойства не менее 30 лет. Так как все элементы конструкции теплицы алюминиевые и стальные оцинкованные, она не требует дополнительного обслуживания, т.е. покраски, грунтовки и т.п. *Герметизация остекления резиновым профилем, входящим в комплект, является основным условием сохранения стабильного микроклимата.* Резиновые уплотнители обеспечивают тепло-, влаго-, воздушные параметры, а также работоспособность не менее 20-ти лет. В теплице устанавливается дверь купейного типа и встроенные вентиляционные форточки на крыше и по торцам. Урожай в такой теплице прекрасные, растения плодоносят до глубокой осени.

*Фермерские теплицы* изготавливаются площадью от 57,6 м<sup>2</sup>, предназначены

для круглогодичного выращивания плодоовощной продукции, рассады цветов, обновления семенного фонда в любой климатической зоне по любой технологии выращивания.

Каркас теплицы стальной из облегченных профилей, оцинкованных методом горячего цинкования, ограждение теплицы выполнено из алюминиевых профилей, стекла и резиновых уплотнителей. Сборка производится метизами, защищенными от коррозии методом горячего цинкования. Боковое остекление двойное.

*Для теплиц, в зависимости от назначения, района строительства, применяемой технологии выращивания, изготавливаются и поставляются при штатной комплектации следующие инженерные системы:*

- вентиляции;
- многоконтурные системы отопления с отдельными контурами; полива дождеванием; капельного полива;
- автоматического управления микроклиматом и питания; электроосвещения рассадного отделения.

**Отопление теплиц рассчитано** на круглогодичную их эксплуатацию с использованием тепла с параметрами теплоносителя 70-95 °С (70-130 °С). Компенсация теплопотерь обеспечивается контурами обогрева:

Подпочвенный (подсубстратный), надпочвенный, верхний и боковой. Предусмотрено отдельное регулирование каждого контура.

**Вентиляция теплиц естественная** через форточные проемы в кровле. Величина открываемых форточек не менее 25 % площади теплицы. Открывание может осуществляться автоматически и дистанционно от кнопки. Для управления режимом проветривания теплицы, величиной раскрытия форточек принята система механизмов вентиляции, состоящая из мотор-редукторов, реечных редукторов, связей и др. Данная система позволяет качественно управлять технологическими процессами поддержания микроклимата в теплице.

Для поддержания микроклимата в теплицах, подкормки растений, снижения перегрева воздуха предусмотрено несколько систем: капельного полива, испарительного охлаждения, полива дождеванием. Растворы минеральных удобрений для подкормки растений приготавливаются в растворном узле. Приготовление питательных растворов минеральных удобрений, транспортировка их и подача непосредственно в корнеобитаемую зону каждого растения индивидуально позволяют не менее чем на 30 % снизить расходы воды и минеральных удобрений. Концентрация минеральных удобрений и рН поливочного раствора поддерживаются автоматически в строго заданных величинах. Выше указанные системы работают в автоматическом и дистанционном режиме. Все системы обвязаны группой насосов и трубопроводов и могут работать отдельно и одновременно.

#### **4. Основные конструктивные элементы теплиц**

*Основные конструктивные элементы теплиц:* фундаменты, цоколь, стойки, фермы каркаса. В зимних остекленных теплицах цоколь должен иметь высоту 0,3 м, в весенних пленочных - 0,1 м. Для стока воды по лоткам кровли фундаменты устанавливаются на разных отметках, обеспечивающих уклон конструкций 0,003 (0,3 %) от центральной дорожки к торцам блочных теплиц.

В основном парке теплиц, построенных в России до 1990 г. по типовым проектам, высота стоек для ангарных теплиц составляла 1,8 м, для блочных - 2,2, шаг стоек - соответственно 6 и 3 м. Пролет ангарных теплиц 18 м, блочных - 6,4 м.

В современных зарубежных и отечественных проектах теплиц прослеживается стойкая тенденция к увеличению высоты стоек до 3...4 м, а также к применению в конструкциях блочных теплиц так называемой подстропильной фермы, что дает возможность варьировать пролет от 6,4 до 9,6 м и повысить герметизацию теплиц за счет сокращения стыков стекла. Шаг стоек в блочных теплицах увеличен с 3 до 4 м. Появились проекты ангарных теплиц с пролетом 20 и 24 м.

*Наклонные элементы фермы* называют ригелями, горизонтальную часть - затяжкой. Затяжка крепится к ригелям с помощью подвесок. Продольную жесткость теплицы обеспечивают прогоны (балки, скрепляющие ригели между собой) и коньковый элемент, который также является одним из прогонов и, кроме того, выполняет роль опоры для фрамуг (форточек) системы вентиляции. К прогонам крепятся шпруссы, на которых закрепляют стекло или пленку.

**Стальные элементы** конструкций теплиц изготавливают из специальных гнутых облегченных профилей. Применение алюминия повышает срок службы теплиц, обеспечивает быстрый и легкий монтаж конструкций. Кроме того, уменьшаются эксплуатационные расходы в результате снижения боя стекла и экономии топлива.

**В пленочных теплицах** с металлическим каркасом используют безгвоздевой способ крепления пленки при помощи специальных реек с пазом и зажимов.

В некоторых типах теплиц с деревянным каркасом сохраняется способ крепления пленки при помощи гвоздей и простых реек. Для удобства демонтажа пленки гвозди имеют две шляпки на расстоянии 5...6 мм одна от другой. Для плотного натяжения пленку укладывают на теплицы в теплое время года. В период эксплуатации под воздействием пониженных температур пленка сокращается и надежно натягивается на элементы каркаса.

**Фундамент** является основой культивационного помещения. Его закладывают по периметру теплицы. Различают ленточный (сплошной) фундамент или выполненный в виде отдельных опорных столбов. **Для строительства фундамента теплиц используют** бутовый камень, крупные валуны, железобетонные плиты и столбы. **Фундамент укладывают на глубине промерзающего слоя почвы. В зоне вечной мерзлоты** для фундамента используют материнскую породу — *гранит* (при поверхностном залегании) или забивают в грунт железобетонные сваи (теплицы на сваях).

Над фундаментом возводят стены теплицы, которые по устройству неоднородны. Нижняя надфундаментная часть стены, называемая **цоколем**, несколько расширена. Ее строят обычно из кирпича, железобетона (реже дерева), чтобы уменьшить возможность проникновения холодных приземных масс наружного воздуха в теплицу. Верхняя часть стен состоит из отдельных остекленных рам, что значительно улучшает световой режим в теплице. Такое устройство имеют продольные и южная торцевая стены. **Северная торцевая стена** состоит из кирпича или железобетона (кроме двери), что значительно уменьшает влияние на микроклимат северных холодных ветров.

Сопряжение стены с верхним перекрытием называют **карнизом**, а сопряжение двух плоскостей перекрытия сверху — **коньком теплицы**. **Кровля (перекрытие) культивационных помещений** может быть односкатной, двускатной или арочной. Для максимального улавливания солнечной радиации остекленной кровле придают **определенный угол наклона и ориентацию в отношении сторон света**. Элементами **кровли (перекрытия)** являются коньковый брус (в арочных конструкциях он отсутствует), стропила или фермы, шпроссы, продольные (параллельные коньку) прогоны и светопрозрачный материал (стекло, пленка или сотовый поликарбонат). Коньковый брус различного сечения служит для укрепления верхних концов шпроссов и вентиляционных форточек (в некоторых проектах центральный ряд стоек поддерживает перекрытие через коньковый брус).

Стропилами связывают коньковый брус с карнизом. Небольшие теплицы иногда сооружают без стропил. **В ангарных теплицах нет стропил** и опорных стоек, роль каркаса выполняют металлические **фермы**, опирающиеся нижними концами непосредственно на фундамент. Использование ферм позволяет избежать применения опорных стоек, что увеличивает полезную площадь и облегчает обслуживание теплиц.

**В теплицах двускатных и блочных вся тяжесть остекленной кровли поддерживается каркасом**, который состоит из двух или нескольких рядов (в блочных теплицах) опорных стоек, выполненных из металлических труб или железобетонных столбиков, размещенных вне проходов теплицы. В верхней части опорные стойки соединяют продольными прогонами из уголковой стали, которые подводят под кровлю (шпроссы). **Шпроссы**, как и в парниках, служат для укладки и крепления стекла или пленки.

Основным материалом для изготовления шпроссов в малых теплицах является дерево, а в больших — металл. Для улучшения светового режима в теплицах толщина деревянных шпроссов не превышает 7 сантиметров, металлических — 4...5 сантиметров, а расстояние между шпроссами увеличивают до 50...70 сантиметров. В широких теплицах для уменьшения прогиба шпроссов под перекрытие с внутренней стороны подводят продольные прогоны. **Для остекления теплиц применяют стекло толщиной 3...5 миллиметров.**

Кроме стационарных перекрытий, в тепличном строительстве используют рамный (**разборный**) тип **перекрытия**. В этом случае перекрытие устраивают за счет укладки стандартных парниковых или специальных тепличных рам нижним концом на карниз теплицы, а верхним на коньковый брус. Рамное перекрытие применяют в теплицах, эксплуатация которых связана с разборкой кровли (загрузка и выгрузка биотоплива и земли, закаливание рассады), укладкой перекрытий весенних теплиц на зимнее хранение в снежных районах; чтобы избежать деформации от давления снега.

Особое место в конструкции теплиц занимает **система вентиляции**, предназначенная для устранения перегревов. Она располагается в боковых стенках и в коньке, в блочных теплицах - только в коньке каждого пролета. Однако в сооружениях, где выращивают рассаду для открытого грунта, на вентиляцию должно приходиться не менее 30 % площади ограждения.

Система вентиляции выполнена в виде сплошных фрамуг, устанавливаемых

вдоль конькового элемента и управляемых независимыми приводами. В некоторых конструкциях теплиц применяют тросовый привод фрамуги. Кроме того, возможна установка не сплошных, а отдельных фрамуг.

В ангарных пленочных теплицах применяют шторную вентиляцию - закатывают часть пленочного ограждения на специальный вал.

*Снеговая нагрузка* зависит от района строительства и определяется возможным снежным накоплением на кровле. В культивационных сооружениях длительное накопление снега на покрытии не допускается, поэтому при проектировании теплиц учитывают суточное накопление снеговой шубы, а систему отопления рассчитывают так, чтобы можно было растопить объем снеговой шубы, накапливающейся за сутки. В результате статистической обработки метеоданных вся территория Российской Федерации разделена на четыре района. Нормативная снеговая нагрузка при проектировании зимних теплиц принимается равной в I районе  $10 \text{ кг/м}^2$ , во II - 15, в III - 20, в IV -  $40 \text{ кг/м}^2$ . При проектировании весенних пленочных теплиц во всех районах нормативная снеговая нагрузка  $10 \text{ кг/м}^2$ .

*Нагрузки от технологического оборудования* (установок электрооблучения, трубопроводов и т. д.) принимают по данным проекта.

**Нормативную нагрузку на несущие конструкции от растений** принимают равной  $15 \text{ кг/м}^2$  площади теплицы.

**Лотки для сбора воды в зимних блочных теплицах** рассчитывают на сосредоточенную вертикальную нагрузку  $100 \text{ кг}$ . Лотки для весенних пленочных теплиц рассчитывают на две сосредоточенные вертикальные нагрузки до  $100 \text{ кг}$  каждая, расположенные на расстоянии  $1 \text{ м}$  одна от другой.

Кроме ветровой и снеговой нагрузок, определяющих прочность сооружений защищенного грунта, при проектировании систем отопления учитывают расчетную температуру наружного воздуха. Система отопления должна быть рассчитана так, чтобы обеспечить в сооружении температуру  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . За расчетную наружную температуру принимают среднюю температуру самых холодных суток по многолетним наблюдениям.

Проекты постоянно обновляются с учетом последних достижений. Так, проекты теплиц 810-56 и 810-59 из прокатного профиля с пролетом звена  $6,4 \text{ м}$  и площадью по  $6 \text{ га}$  заменены новыми проектами из конструкций специального облегченного профиля.

Проекты теплиц рассчитаны на применение в районах с сейсмичностью не выше 6 баллов и отсутствием вечномёрзлых грунтов. Наряду с крупными промышленными комплексами разработаны проекты относительно небольших теплиц (810-1-7.83 и 810-1-8.83) площадью  $0,5$  и  $1 \text{ га}$ . Для крестьянских и фермерских хозяйств из сборных конструкций разработан проект теплицы площадью  $57,6 \text{ м}^2$ .

*Принципы планировки и структуры тепличных комплексов.* Современные тепличные комбинаты представляют собой комплекс производственных зданий и сооружений, обеспечивающих производство овощей или рассады, нормальное функционирование машин и оборудования. Как правило, размещение отдельных теплиц, бытовых и вспомогательных помещений в тепличном комплексе соответствует наиболее эффективной организации производственной деятельности,

определяемой назначением комплекса. По назначению тепличные комплексы подразделяют на овощные и рассадно-овощные.

Отдельные теплицы объединяют общим соединительным коридором и блокируют с тепловым пунктом, бытовыми и вспомогательными помещениями. Этот единый блок обеспечивает основную производственную деятельность комплекса. В соответствии с нормами технологического проектирования ангарные теплицы объединяют в блоки по 3 га, блочные овощные теплицы - в блоки по 6 га; блоки рассадных теплиц могут иметь площадь 1 га.

Площадь ангарных теплиц составляет 1500 и 2000 м<sup>2</sup>, блочных - 1 и 1,5 га. Рассадные теплицы по площади обычно меньше, чем овощные. Ширина рассадных теплиц может достигать 24 м.

Кроме основных зданий и сооружений, обеспечивающих производство товарной продукции, в состав тепличных комплексов входят и другие вспомогательные помещения: склад тары, участок ремонта и дезинфекции тары, стекольный участок, здание управления, автовесы и т. д. Состав вспомогательных зданий и сооружений тепличных комплексов различной площади определяется нормами технологического проектирования.

Тепличные комплексы располагают на участках, удаленных от источников загрязнения светопрозрачного ограждения, с хорошо дренируемым грунтом и уровнем залегания грунтовых вод 1,5...2м. Нельзя размещать теплицы в зоне затенения естественными образованиями (деревьями, холмами и т. д.) и искусственными сооружениями.

Большую роль в светопрозрачности теплиц играет их ориентация по странам света. В южных и центральных районах (до 60° с. ш.) предпочтительно широтное размещение теплиц; в этом случае светопрозрачность их в зимнее время увеличивается, а летом снижается, что улучшает температурный режим. Допускается отклонение от широтной ориентации до 30°. В районах севернее 60° с. ш. также предпочтительна широтная ориентация, однако для снижения теплопотерь теплицы располагают по розе ветров (коньками перпендикулярно к направлению ветра).

Весенние теплицы со сроком ввода в эксплуатацию в марте - апреле размещают в меридиональном направлении (с севера на юг).

## **5. Типы светопрозрачного покрытия теплиц**

*К светопрозрачным материалам для культивационных сооружений предъявляют следующие требования:* они должны пропускать фотосинтетически активную радиацию, задерживать длинноволновые излучения, быть прочными, иметь значительное термическое сопротивление.

Наиболее распространенные материалы для покрытия культивационных сооружений - *стекло и полиэтиленовая пленка*. Стекло при всех положительных качествах обладает серьезным недостатком — хрупкостью, в результате необходима постоянная замена части остекления. Для теплиц используют **стекло** толщиной 4 мм, шириной 600 и 750 мм.

Полимерные материалы имеют близкие к стеклу показатели пропускания в области видимого света. Характерная особенность многих из них - более низкая граница пропускания интегральной солнечной радиации, что приближает условия

выращивания в сооружениях с покрытием из этих материалов к открытому грунту.

Ультрафиолетовые лучи вызывают старение (потерю первоначальных свойств) полимерных материалов, что резко снижает срок их службы по сравнению со стеклом.

Существенный недостаток полимерных материалов, особенно полиэтиленовой пленки, - высокая проницаемость для инфракрасной радиации, что приводит к значительным потерям теплоты в ночное время. Несмотря на непродолжительный срок службы полимерных пленок, применение их в овощеводстве защищенного грунта экономически выгодно.

В результате высокого удельного поверхностного сопротивления полиэтиленовая пленка способна электризоваться, что приводит к накоплению электрического потенциала. Это вызывает образование капельного конденсата на пленке и ее поверхностное загрязнение пылевидными частицами. Поэтому уже через несколько месяцев прозрачность полиэтиленовой пленки снижается на 15...20 %. Капельный конденсат не только снижает прозрачность, но и способствует развитию болезней на растениях. Для устранения недостатков полиэтиленовой пленки разработаны специальные неэлектризующиеся образцы. Выпускают гидрофильную антистатическую полиэтиленовую пленку.

Для повышения прочности полиэтиленовой пленки и долговечности культивационных сооружений применяют армированную полимерными волокнами стабилизированную пленку. Срок ее службы увеличивается до двух лет.

Поливинилхлоридные (ПВХ) пленки обладают меньшей (до 10 %) проницаемостью в области инфракрасной радиации и сроком службы до трех лет. Благодаря этим качествам поливинилхлоридная пленка - отличный материал для культивационных сооружений.

Для улучшения теплофизических характеристик полиэтиленовых пленок в исходное сырье вводят специальные добавки, снижающие проницаемость пленки для инфракрасного излучения. Разработано несколько типов селективных пленок, имеющих специальные спектральные характеристики проницаемости. Эти пленки используют для оптимизации светового режима в сооружениях защищенного грунта.

Селективными свойствами обладают и некоторые типы стекла, выпускаемого стекольными заводами по специальным технологиям. Производят и теплоудерживающие сорта стекла, обладающие повышенным термическим сопротивлением в результате меньшего излучения, что дает возможность на 25...30 % снизить расход энергии на отопление теплиц.

Наилучшими теплоизоляционными свойствами обладают двух- и многослойные поликарбонатные пластины. Наряду с малым коэффициентом теплопередачи они отличаются отличной светопрозрачностью (75...82 %) и высокой ударопрочностью.

Снеговая нагрузка зависит от района строительства и определяется возможным снежным накоплением на кровле. В культивационных сооружениях длительное накопление снега на покрытии не допускается, поэтому при проектировании теплиц учитывают суточное накопление снеговой шубы, а систему отопления рассчитывают так, чтобы можно было растопить объем снеговой шубы, накапливающейся за сутки. В результате статистической обработки метеоданных вся территория Российской

Федерации разделена на четыре района. Нормативная снеговая нагрузка при проектировании зимних теплиц принимается равной в I районе  $10 \text{ кг/м}^2$ , во II - 15, в III - 20, в IV -  $40 \text{ кг/м}^2$ . При проектировании весенних пленочных теплиц во всех районах нормативная снеговая нагрузка  $10 \text{ кг/м}^2$ .

Чтобы правильно сделать выбор, необходимо иметь четкое представление о достоинствах и недостатках современных покрытий для теплиц.

**Стекло** – традиционный материал, которому более двухсот лет не было альтернативы. В России требования к качеству листового стекла определяются ГОСТ 111-90 «Стекло листовое. Технические условия», в котором предусмотрено восемь марок листового стекла (М1-М8), различающихся требованиями к внешнему виду (допустимому количеству и размерам пороков стекла) и к оптическим характеристикам. Чем выше номер, тем ниже качество. М4 и М5 наиболее приемлемы для теплиц, но, как ни парадоксально, найти данные марки сложнее: современный рынок сориентирован на производство высококачественного стекла для производства стеклопакетов. М6 не годится, так как дефекты поверхности стекла, выявляемые на микроуровне, препятствуют прохождению световых волн, значительно ухудшая оптические свойства изделия. В летнее время остекленная поверхность, напротив, основной источник избыточной солнечной радиации. Например, через  $10 \text{ кв.м.}$  обычного стекла проникает около  $6000 \text{ Вт}$  избыточного тепла.

Для теплиц обычно используется закаленное стекло (подвергнутое специальной температурной обработке), которое отличается устойчивостью к перепадам температур, большей ударпрочностью. При разбивании разделяется на маленькие кусочки размером от  $0,5$  до  $2 \text{ см}$ , а не падает одним большим куском.

**Несомненным достоинством стекла является высокая прозрачность**, не меняющаяся с течением времени, – до  $92\%$ . В отличие от поликарбоната стекло не царапается и не забивается пылью. Химическая инертность и высокая стойкость к абразивным воздействиям дают возможность поверхности стекла сохранять безупречный внешний вид неограниченное время. Срок службы стекла превосходит все другие материалы – до  $50$  лет.

По опыту тепличных работников под стеклом легче регулировать микроклимат теплицы, поэтому могут выращиваться более прихотливые культуры.

Несмотря на достоинства стекла, в настоящее время всё больше возрастает интерес к его заменителям из-за ряда недостатков. **Стекло имеет приличный вес** –  $10 \text{ кг/кв. м}$ , высокую теплопроводность –  $0,72\text{-}0,9 \text{ Вт/м}^2\text{*}^\circ\text{С}$ . С другой стороны благодаря **высокой теплопроводности** облегчается сход снега с теплицы.

Из-за хрупкости при транспортировке, обработке и монтаже этого материала необходимо соблюдать осторожность. Обработка стекла достаточно трудоемка и требует определенных навыков. Из-за значительного веса требования к несущим конструкциям более серьезные по сравнению с другими материалами.

**У стекла есть так называемый «эффект линзы»** – свет, пропускаемый стеклом не рассеивается. Солнечные лучи, падающие на лист, практически не меняют своего направления по отношению к его плоскости. В результате солнечные лучи попадают только на верхнюю часть растений, тогда как нижняя часть остается в тени. Полная освещенность растений очень важна, поскольку ее отсутствие

приводит к заболеваниям растений и к их увяданию.

Единственная в России компания, производящая конструкции для теплиц, Агрисовгаз выпускает их именно под стекло. Зарубежный рынок производителей конструкций предоставляют широкий выбор компаний, например: Revaho Agro Services (Нидерланды), Dalsem (Нидерланды), Rufera Tecnoagro (Испания), Deforche Construct (Бельгия), Venlo Projecten Holding (Нидерланды), Coinsa (Испания) и др.

Что же касается производителей стекла, то, как отмечалось выше, найти подходящее стекло для теплиц довольно трудно. Выбор ограничивается, в основном, следующими компаниями: ОАО «Московский стекольный завод», ООО «Модерн Гласс» (предлагает закалку стекла), ОАО «Салаватстекло», ОАО «Востек». Последняя компания является членом Республиканской производственно-научной ассоциации «Теплицы России» и, как отмечено на сайте завода, предлагает тепличным хозяйствам выгодные условия.

**Стоимость закаленного стекла** варьируется от 380 рублей (толщина 4 мм) до 450 рублей (толщина 6 мм) за кв. м.

Как альтернатива стеклу, может использоваться **сотовый поликарбонат – полимерный пластик**, структура которого имеет два или более слоев. Эти слои соединены между собой большим количеством внутренних ребер жесткости в направлении длины плиты. Между слоями сотового поликарбоната находится слой воздуха, который обеспечивает поликарбонату высокие теплоизоляционные свойства, а ребра жесткости отвечают за прочность и надежность к механическому воздействию.

Сотовый поликарбонат имеет множество достоинств, обуславливающих возрастающую популярность его использования в остеклении теплиц.

Ударная стойкость для панели толщиной 6 мм равна 2,1 Дж. Это означает, что панель выдержит удар градины диаметром 2 см, летящей со скоростью 114 км/ч, что соответствует скорости ветра при урагане. В теплицах чаще всего используется РС 8 или 10 мм. Поликарбонат в 200 раз прочнее стекла и способен выдерживать экстремальные снеговые и ветровые нагрузки. Панель толщиной 6 мм **весит 0,8-1,3 кг/кв. м.** – в 10 раз меньше стекла.

Использование поликарбоната также дает преимущество по такому параметру как безопасность остекления и использования материала. Поликарбонат не разбивается, не даёт трещин, а, следовательно, острых осколков при ударе.

Поликарбонатные панели пригодны к применению в **диапазоне температур от -45 до +120 градусов**. При кратковременном воздействии поликарбонат может выдержать и более низкие температуры. Кроме того, он обладает высокой **химической устойчивостью**.

По одному из важнейших показателей утечки тепла – теплопроводности покрытия теплицы – он также выигрывает перед стеклом. Благодаря большому количеству изолированных воздушных камер поликарбонат – великолепный теплоизолятор. Его теплопроводность составляет 0,14 Вт/м<sup>2</sup>\*°С. Пропускание сотовым поликарбонатом лучей, расположенных в крайней части инфракрасной зоны спектра (более 5000 нм) минимально, вследствие чего тепло, излучаемое объектами внутри ограждаемого помещения, остается внутри, создавая «тепличный эффект», что является дополнительным преимуществом при использовании этого

материала в качестве остекления теплиц.

Применение поликарбоната позволяет решить еще одну проблему, существующую при использовании стекла, – прямые солнечные лучи, попадающие только на верхнюю часть растений. Сотовый поликарбонат **многokrатно рассеивает свет**, отражая лучи проникающего света от всех поверхностей (верхний слой, ребра жесткости, нижний слой). Этот материал имеет десятилетнюю гарантию от потери прочности и светопропускания.

Поликарбонат пожаробезопасен, он трудно воспламеняется и не поддерживает горение.

Монтаж сотового поликарбоната отличается легкостью в резке и вырубке, сверлении и штамповке благодаря прочности и гибкости, в отличие от стекла. Лёгкий материал значительно снижает нагрузку на несущую конструкцию теплицы.

**Степень прозрачности** этого материала немного уступает стеклу – 86% против 92% (если ориентироваться на максимальные показатели).

Однако некоторые достоинства поликарбоната оборачиваются в определенных ситуациях **недостатками**. Так, воздушная прослойка между слоями поликарбоната, обеспечивающая низкую теплопроводность, не дает возможности обеспечить в зимний период таяние снега, в результате может происходить накопление снега на кровле или обледенение. По сравнению со стеклом у поликарбоната **низкая статистическая поверхность**, что также замедляет скатывание снега. С другой стороны, поликарбонат выдерживает гораздо большие нагрузки по сравнению со стеклом. Поэтому, в промышленных теплицах поликарбонат устанавливается по периметру теплицы. Так, поликарбонат используется для бокового ограждения теплиц в тепличном комбинате «Майский»; в тепличном комплексе «Сад-Гигант» Краснодарского края кровля сделана из однослойного поликарбоната, а боковое ограждение – из двухслойного.

Из-за низкой теплопроводности в солнечные дни происходит перегрев теплицы, в результате – вынужденное проветривание, что может пагубно отразиться на растениях.

Поликарбонат может пострадать от использования абразивных материалов. Хотя он обладает высокой стойкостью к химическим реакциям, его можно повредить минеральными кислотами, органическими кислотами, растворителями, аммиаком, как в жидком, так и в газообразном виде, растворами различных солей и жирами.

В строительстве промышленных теплиц поликарбонат используется реже, отдается предпочтение стеклу. Возможные причины: срок службы поликарбоната меньше, чем у стекла; «испытанность» стекла временем на эффективное использование выращивания различных культур; стереотипы – всё же более привычным материалом для теплицы является стекло.

Конструкции теплиц под поликарбонат предлагаются иностранными компаниями Rischel, Inverca, Wilk van der Sande (Certhon). В России этот материал производится следующими компаниями: SafPlast Innovative, Kinplast, ЮГ-ОЙЛ-ПЛАСТ, Полиальт и др. Цена в среднем составляет 210 рублей за м<sup>2</sup> (для панели толщиной 6 мм).

Интенсивное развитие теплиц **под плёнку** пришлось на 60-е годы XX века,

чему способствовало появление полимерной пленки. Для покрытия теплиц применяется стабилизированная полиэтиленовая пленка 150 – 200 микрон. За счет введения в пленку **светостабилизирующих добавок** она приобретает устойчивость к разрушающему ультрафиолетовому излучению солнца. В зависимости от климатических характеристик используется одинарная или двойная пленка. **Двойная пленка более прочная, но и имеет меньшую степень светопропускания.** Существуют еще **армированная пленка**, которая представляет собой трехслойный материал: два внешних слоя – это светостабилизированная пленка, между ними – основной слой армирующей сетки. Армирующая сетка придает плёнке особую механическую прочность, устойчивость к растяжению, что является главным преимуществом армированной пленки перед другими материалами.

**Монтаж плёнки имеет ряд особенностей:** нежелательно устанавливать покрытие в холодное время года или при ветреной погоде, покрытие должно быть хорошо натянутым. Чтобы исключить конденсат между слоями, при надуве межпленочного пространства необходимо проводить забор воздуха с внешней стороны теплиц. Специальная светостабилизированная пленка имеет покрытие от образования конденсата.

Среди достоинств пленки можно отметить её крайне малый **вес** – 0,19 кг/кв.м., **легкость транспортировки** и монтажа, **невысокая стоимость**, **высокая степень прозрачности** – до 93%. Количество проникающего света зависит не только от материала, но и от конструкций, формы поверхности кровли, высоты стояния солнца по времени года. Конструкция пленочных теплиц отбрасывает меньше тени на поверхность пола теплицы, так как не требует для монтажа усиления конструкции, по сравнению со стеклом. Одним из основных достоинств данного вида теплиц является низкое теплотребление.

**Главный недостаток плёнки** – её недолговечность. Максимальный срок службы, который заявляют современные производители – пять лет. Покрытие у теплиц из такого материала требует частой замены, что увеличивает стоимость затрат на её эксплуатацию.

Надо также отметить, что механическая прочность плёночного покрытия недостаточна для противодействия птицам. Кроме того, на внутренней стороне пленки скапливается конденсат, который способствует распространению вредных микроорганизмов, вызывающих болезни растений.

Первоначальное вложение денег в приобретение металлоконструкций теплиц меньше на 20%, а все инженерные системы такие же, как и в блочных теплицах под стекло.

Существуют разные мнения относительно пригодности пленочных теплиц выращивания пчелоопыляемых сортов. Практики склоняются к тому, что плёнка не влияет отрицательно на возможность применения пчёл и шмелей.

Конструкции под плёночные теплицы предлагает много зарубежных поставщиков и производителей: Dalsem (Нидерланды), Rufera Tescnoagro (Испания), Venlo Projecten Holding (Нидерланды), Inverca (Испания), АгроИталСервис (Италия), АТС (Нидерланды). Приобретение плёнки для замены поврежденной тоже не вызовет трудностей. На отечественном рынке пленка выпускается многими компаниями: ПХС Пласт, Конверс-Агро, КСК-СНАБ, Лади, Кенгуру и др.

**Стоимость** материала в среднем – от 34 рублей (одинарная плёнка 150 мкр) до 54 рублей (армированная плёнка 200 мкр) за м<sup>2</sup>.

Альтернативой вышеперечисленным материалам может стать **профилированный ПВХ-пластик «Ондекс Био 2»**, разработанный специально для остекления промышленных теплиц фирмой Ондекс (Франция). Специальные характеристики по светопропусканию и задержки тепла, обеспечивают создание повышенного «парникового эффекта», благодаря чему повышается урожайность тепличных культур. Светопропускание листов «БИО» не ниже 85%. Кроме того, малый удельный вес, способность гнуться без нагревания, позволяют легко и быстро монтировать на облегченных несущих конструкциях теплиц, как на основной кровле, так и на боковых поверхностях и фрамугах. **Благодаря неволокнутой структуре и гладкой поверхности, листы пластика не притягивает пыль, легко моются струей воды под давлением, не обмерзают. Ондекс чаще всего используют для кровельного и стенового остекления.**

Благодаря использованию в процессе производства технологии «двуосной ориентации» удалось объединить такие уникальные свойства, как высокая прозрачность, прочность и долговечность. «Двуосная ориентация» – это технология растяжения исходной заготовки материала в процессе производства в продольном и поперечном направлениях. Данный процесс проводится сразу после экструдирования ПВХ в плоский лист при строго определённой температуре и вязкости материала. В результате, профилированный ПВХ «Ондекс» приобретает высокую прочность к механическим нагрузкам, в том числе при пониженных и повышенных температурах.

По действующим ГОСТ материал относится к категории трудногорючих. Гарантированный срок службы – 10 лет. Материал – химически стойкий. Толщина пластика – 0,9 мм и 1 мм. Вес – 1,45 кг/м<sup>2</sup>. Выпускаются две модификации цвета: прозрачный и светорассеивающий. **Цена** варьируется от 349 до 728 рублей за кв. м. в зависимости от характеристик.

Листы можно изгибать, монтировать внахлест, без использования специальных крепежных систем.

**В России Ондекс был впервые применен** в 1997 году при реконструкции теплицы площадью 1500 м<sup>2</sup> в совхозе «Марфино». Позже – в ГУП совхоз «Алексеевский», ГУП «Тепличное», СХПК комбинат «Тепличный», ОА «Юбилейное» и др.