



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

**ACED**

Agricultural Competitiveness and  
Enterprise Development Project



MILLENNIUM  
CHALLENGE CORPORATION  
UNITED STATES OF AMERICA

# ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕПЛИЦ В УСЛОВИЯХ МОЛДОВЫ

ПРОЕКТ «КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ»  
(ACED)

ИЮНЬ 2012

Подготовка настоящего пособия стала возможной благодаря поддержке американского народа, оказанной посредством Агентства США по международному развитию (USAID). Компания DAI несет полную ответственность за содержание, которое не обязательно отражает точку зрения USAID или Правительства Соединенных Штатов Америки.

# ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕПЛИЦ В УСЛОВИЯХ МОЛДОВЫ

Название программы:	ПРОЕКТ «КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ» (ACED)
Финансирующий офис USAID:	USAID/ Региональное Бюро по контрактам в Украине
Номер контракта:	AID-117-C-11-0001
Контрактант:	DAI
Дата публикации:	Июнь 2012
Автор:	DAI/ Грегг Д. Шорт, инженер-консультант по проектированию теплиц GSHORT.COM

Точка зрения авторов, выраженная в данной публикации, не обязательно отражает точку зрения Агентства США по международному развитию или Правительства Соединенных Штатов Америки.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
Микроклимат растений.....	5
<b>Физиология растений.....</b>	<b>5</b>
Контролируемость.....	5
<b>Порядок усовершенствования теплиц .....</b>	<b>6</b>
Этап 1. Холодный парник.....	7
Этап 2. Опора растений.....	8
Этап 3. Орошение.....	8
Этап 4. Теплица туннельного типа.....	9
Этап 5. Сворачивающиеся боковые шторы .....	9
Этап 6. Используйте долговечную, высококачественную, широкую пленку.....	10
Этап 7. Однослойная пленка, задерживающая инфракрасное излучение.....	11
Этап 8. Двойная пленка с воздушной прослойкой.....	11
Этап 9. Элементарное отопление.....	12
Этап 10. Вентиляторы, создающие горизонтальный поток воздуха.....	13
Этап 11. Наружная затеняющая сетка.....	13
Основы функционирования теплиц в условиях Молдовы.....	13
Этап 12. Компьютерное управление.....	14
Этап 13. Автоматические сворачивающиеся шторы.....	14
Этап 14. Блочные теплицы .....	14
Этап 15. Испарительное охлаждение или вентиляционные отверстия в крыше и туманообразование.....	15
Этап 16. Современные системы отопления.....	15
Этап 17. Обогащение углекислым газом.....	16
Этап 18. Удобрительное орошение / гидропоника.....	16
Этап 19. Защита от насекомых при помощи сеток.....	16
Этап 20. Внутреннее затенение / тепловой экран.....	17
Этап 21. Стеклопанельное или акриловое ограждение.....	17
Этап 22. «Лампы роста».....	17
Этап 23. Автоматика.....	18
<b>Передовые методы расчета технических параметров и установки теплиц и их оснащения.....</b>	<b>19</b>
Каркас теплицы.....	19
Формы арки.....	19

Материалы каркаса.....	20
Сваи и бетон.....	21
Теплоизоляция.....	21
Орошение.....	21
Сворачивающиеся боковые стены.....	22
Покрытие.....	25
<b>Вентиляторы для нагнетания воздуха.....</b>	<b>27</b>
Расчет мощности отопительного агрегата.....	28
Вентиляторы, создающие горизонтальный поток воздуха .....	29
Расчет производительности вытяжных вентиляторов.....	30
Система испарительного охлаждения.....	30
<b>ТРИ ПРИМЕРА МОДЕЛЕЙ ТЕПЛИЦ ДЛЯ УСЛОВИЙ МОЛДОВЫ .....</b>	<b>31</b>
Модель 1. Теплица туннельного типа 4,5 x 18 м .....	31
Модель 2. Теплица туннельного типа 9 x 40,5 м.....	32
Модель 3. Блочная теплица с вентиляторами и испарительным охлаждением.....	34
<b>Рабочий проект .....</b>	<b>36</b>

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

Теплицы бывают самых разных размеров, форм, уровня оснащенности и себестоимости. Чтобы максимально увеличить прибыль от теплицы, нам необходимо учитывать как затраты, так и продуктивность. С точки зрения продуктивности, мы хотим создать среду, которая даст нам максимальный объем плодоовощной продукции наилучшего качества в то время, когда рыночная цена высока. Нам нужно также создать эти условия при минимально возможных капитальных и эксплуатационных затратах. Для достижения этой цели правильно функционирующая теплица создает микроклимат для растений, более благоприятный по сравнению с естественными погодными условиями. Чем больше будут отличаться условия внутри и вне теплицы, тем больше потребуются затраты на оснащение и эксплуатацию.

---

## МИКРОКЛИМАТ РАСТЕНИЙ

---

Зоной микроклимата растения является пространство, непосредственно окружающее растение. Так как растения не могут перемещаться, чтобы найти оптимальную среду, они растут в той среде, которая была им предоставлена. Важно сосредоточить внимание на микроклимате отдельных растений, а НЕ микроклимате теплицы в целом. Хотя они и связаны между собой, зачастую можно добиться значительной экономии или повышения темпов роста, создав оптимальный микроклимат растений. Например, температура воздуха в верхней части теплицы может быть на 10°C выше или ниже температуры на поверхности листьев, но для растений имеет значение лишь последний показатель.

---

## Физиология растений

---

Уделяйте особое внимание транспирации растений! Транспирация – это испарение воды с нижней поверхности листьев. У растений транспирация выполняет две функции: охлаждение и транспорт питательных веществ. Подобно потоотделению, транспирация охлаждает листья растений. Если из-за температуры атмосферного воздуха и температуры внутри теплицы растение теряет влагу быстрее, чем она поступает от корней (в результате засушливых условий среды, низкой температуры почвы или слаборазвитой корневой системы), рост растения прекращается, чтобы не наступило увядание. Транспирация также делает возможным транспорт питательных веществ от корней к точкам роста растения. Интенсивность транспирации меняется в зависимости от температуры (листьев), влажности воздуха (под нижней поверхностью листьев) и скорости движения воздуха (над листьями).

---

## КОНТРОЛИРУЕМОСТЬ

---

Контролируемостью называется возможность постепенно изменять условия среды внутри теплицы без стресса для растений, в то время как внешняя среда может меняться быстро. В Молдове конструкция многих имеющихся теплиц не позволяет установить даже простые системы, обеспечивающие эффективный контроль условий. Зачастую весной нам нужно впускать холодный наружный воздух в согретую теплицу постепенно, а не подвергать растения его резкому воздействию.

Если регулировка вентиляции по утрам и вечерам занимает слишком много времени, фермеры предпочитают просто полностью открывать или закрывать все вентиляционные отверстия теплиц. Это обуславливает далекие от оптимальных температуры на поверхности растений и плодов, а также уменьшение возможностей для роста. Другой пример касается отопления: сжигающая дрова печь сначала перегревает теплицу, а затем последняя переохлаждается, так как огонь затухает и необходимо, чтобы кто-то поддерживал его всю ночь.

Все подобные случаи неэффективного контроля быстро сводятся к потере энергии и далеким от идеальных условиям для растений. Плохой контроль оборачивается более медленным ростом, плохим качеством плодов, более высокими затратами и уменьшением времени, которое можно посвятить уходу за растениями. Многие довольно простые и недорогие системы регулирования могут существенно изменить контроль условий в теплицах. Если сосредоточить внимание на том времени, которое занимают процессы, наиболее сложные для контроля, например, начальные этапы вентиляции или обогрева, это внимание окупится быстрее всего. Для крупных теплиц затраты на регулировку условий внутренней среды оказываются меньшими (в пересчете на 1 растение), так как 1 – 2 единицы оборудования обслуживают весь комплекс теплиц.

В описанных ниже шагах учтены и способы улучшения контролируемости. Самым простым и дешевым методом улучшения контроля условий в теплице является использование сворачивающихся боковых штор. Управляемые вручную шторы крайне просты в установке и эксплуатации. Впоследствии их можно оснастить мотором (около 250 – 900 долларов в зависимости от размера и типа) или автоматизировать с помощью компьютера (около 500 долларов) для еще более лучшего контроля. Более подробная информация о таких шторах изложена ниже.

Следующим наиболее легким способом улучшения контроля условий в теплице является использование водогрейного котла большого объема, с герметически закрывающейся камерой сгорания, работающего на дровах или биомассе. При использовании герметически закрытой камеры сгорания с нагнетателем воздуха в нее количество тепла, создаваемое котлом, можно регулировать с помощью водяного термостата. Когда нагнетатель воздуха на сгорание отключен, большой объем топлива будет только тлеть. Горячая вода также способствует тому, что колебания температуры в теплицы происходят не резко, а постепенно. Центральное расположенный мощный котел может обслуживать несколько отдельных теплиц или их комплексов. При этом у каждой(-ого) из них имеется свой водяной насос, который включается только тогда, когда поступает сигнал (от термостата) о необходимости подачи тепла в соответствующую теплицу.

---

## ПОРЯДОК УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕПЛИЦ

---

Переход от простых холодных парников к высокотехнологичным, автоматизированным теплицам осуществляется в виде закономерной последовательности. Несмотря на то, что полностью автоматизированные теплицы по голландскому образцу, наверно, неактуальны для Молдовы, путь к такому уровню состоит из множества инвестиционных этапов. Именно они и описаны ниже. Многие из данных этапов усовершенствования могут быть внедрены в несколько другом порядке, особенно те, что находятся недалеко

друг от друга в изложенной последовательности. Во всем мире производители тепличной плодоовощной продукции обычно используют конструкции из оцинкованной стали и алюминия, покрытые полиэтиленом, благодаря их низкой стоимости и высокой продуктивности. К тому же такие конструкции лучше всего подходят в условиях климата и экономических трудностей Молдовы.

Большинство молдавских теплиц, где выращиваются помидоры, находятся на уровне 3 этапа (их нижеописанных). Низкая высота конструкций, покрытие однослойным полиэтиленом, отсутствие обогрева создают проблематичные условия для роста. Небольшой внутренний объем теплицы в сочетании с неэффективными методами регулировки вентиляции приводят к быстрым изменениям условий внутренней среды. Эти резкие изменения температуры и влажности подвергают стрессу растения и плоды томата, приводя к снижению объема и качества продукции.

В Молдове некоторые теплицы используются для производства рассады как для высаживания в открытый грунт, так и для снабжения теплиц, где выращиваются помидоры. Как правило, рассадные теплицы в известной мере отапливаются. Широко распространенная система обогрева представляет собой дровяную печь с дымовой трубой, проходящей посреди теплицы и служащей в качестве простого радиатора. Недостатками этой системы являются неравномерный нагрев и неэффективность, так как она согревает воздух над растениями, а не их корни. С целью теплоизоляции во многих теплицах к нижним балкам подвешивают второй слой полиэтиленовой пленки в виде тепловой завесы. Хотя такой способ все-таки сберегает некоторое количество тепла, он вызывает другие проблемы в регулировании условий в теплице и менее эффективен, чем покрытие двумя слоями пленки, между которыми накачан воздух.

#### ЭТАП 1. ХОЛОДНЫЙ ПАРНИК

---

Холодный парник – это самый простой и недорогой для строительства вид теплиц, но у него больше всего недостатков. Распространенными особенностями холодных парников являются низкий (или почти плоский) свод, однослойное пленочное покрытие и отсутствие обогрева. Каркас может быть изготовлен из дерева или стали. Охлаждение обеспечивается путем вырезания отверстий в пленочном ограждении с целью вентилирования теплицы. Растения растут на грунте или подпираются системой нитей и кольшкков. Многие теплицы этого типа в Молдове недостаточно прочны, чтобы выдержать снеговую нагрузку, и остаются непокрытыми в течение зимы, что приводит к промерзанию почвы. Многие из таких невысоких конструкций изначально задумывались для выращивания детерминированных (низкорослых) сортов томата и не очень подходят для больших потребностей типичных индетерминированных сортов, характерных для теплиц.



-----  
**Значение: производство на несколько недель раньше, высокие трудозатраты.**  
-----

## ЭТАП 2. ОПОРА РАСТЕНИЙ

---

Для данного этапа необходима достаточная прочность конструкции, чтобы на нее могли опираться растения, подвешенные к каркасу. Зрелые кусты томата очень тяжелые, и в каркас нужно заложить достаточную конструкционную прочность и/или предусмотреть дополнительные опоры, чтобы теплица выдерживала нагрузку. Вертикальная опора растений важна для того, чтобы свет падал на них со всех сторон, а листья оставались сухими. В прошлом снег вместе с высокой нагрузкой от массы растений разрушили множество теплиц. Более прочный каркас необходим для кустов томата и огурца, которые высаживают в начале сезона, так как конструкции нужно выдерживать массу растущих кустов томата, опирающихся на нее, в сочетании с нагрузкой от тяжелого, влажного весеннего снега.



---

Значение: улучшенные условия среды для растений, более прочная конструкция.

---

## ЭТАП 3. ОРОШЕНИЕ

---

Следующей наиболее важной целью является установка капельного орошения в холодном парнике. Для подачи воды к растениям можно использовать капельную ленту или капельницы, прикрепленные к капельным трубкам. В теплицах, построенных на склонах, нужно использовать компенсированные капельницы (с компенсированным давлением). Эти более дорогие капельницы предупреждают снижение уровня воды, когда отключена ее активная подача, тем самым обеспечивая равномерный полив. Система орошения может обладать также функциями простого контроля pH и/или внесения удобрений, хотя соответствующие устройства можно легко добавить к системе и на последующих этапах.



---

Значение: снижает трудозатраты, повышает производительность и качество урожая.

---

## ЭТАП 4. ТЕПЛИЦА ТУННЕЛЬНОГО ТИПА

---

Теплица туннельного типа отличается от холодного парника в основном высотой. В идеальном случае боковые стены должны быть (почти) вертикальны до высоты человеческого роста, что дает больше полезной площади вдоль них. Ширина таких конструкций обычно больше, чем у простейших арочных холодных парников. Торцевые стены могут покрываться рядом различных материалов. Северную торцевую стену можно теплоизолировать, а изнутри с этой же целью покрасить в белый цвет. Зачастую конструкция предусматривает, что хотя бы одна торцевая стена может быть удалена или в ней имеется широкая дверь, позволяющая въезд трактора. Также верхние части торцевых стен могут быть закреплены на петлях, чтобы была возможность вентиляции верхней части теплицы.



---

Значение: повышает качество урожая благодаря менее резким изменениям температуры, но в то же время потери тепла немного выше, чем в холодном парнике (из-за большей площади поверхности).

---

## ЭТАП 5. СВОРАЧИВАЮЩИЕСЯ БОКОВЫЕ ШТОРЫ

---

Для лучшей вентиляции теплицы предусматривается возможность сворачивания в рулон пленки, образующей ее боковые стенки. На данном этапе для регулировки степени вентиляции используется ручной подъемник. Усовершенствованные боковые шторы обладают функцией самостоятельной блокировки и герметизации для предупреждения притока воздуха в результате ветра. Как правило, для эффективного функционирования боковые шторы должны подниматься на 1,5 – 2 м. Для достаточной естественной вентиляции площадь вентиляционных отверстий должна составлять более 15% площади земли под теплицей. Эти отверстия должны располагаться как с наветренной, так и с подветренной стороны.



---

Значение: повышают качество и объем урожая, но потери тепла выше, чем в холодном парнике (из-за утечек воздуха через щели у краев штор). Более раннее начало вегетационного периода весной благодаря улучшенной охлаждающей вентиляции. Также продлевают срок службы пленки на несколько лет.

---

## ЭТАП 6. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ДОЛГОВЕЧНУЮ, ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННУЮ, ШИРОКУЮ ПЛЕНКУ

---

На данном этапе вентиляция уже обеспечивается сворачивающимися боковыми шторами и нам не нужно ежегодно портить пленку, снимая ее с каркаса. Сейчас уже стоит потратиться на более долговечное пленочное покрытие, например, со сроком службы 3 - 4 года и толщиной 150 - 200 микрон. Не путайте годы службы с сезонами, так как некоторые поставщики склонны преувеличивать срок службы их товара, подразумевая несколько сезонов в году. При том уровне естественной освещенности, который наблюдается в Молдове, качественная пленка с 3-летней гарантией от производителя может легко прослужить 5 - 6 лет. Тем не менее к тому времени светопропускаемость будет значительно ниже, а более высокой производительности (и рентабельности) можно добиться, заменив пленку раньше.



Ширину пленки тоже следует выбирать так, чтобы она соответствовала размерам каркаса теплицы, хотя удачный проект предусматривает, что размеры каркаса выбираются с учетом ширины распространенных видов пленки. Большинство видов недорогой пленки для теплиц, представленной на рынке Молдовы, имеют довольно небольшую ширину, 3 и 6 м. Покрытие внахлест или термосклеивание пленки снижает освещенность и создает участки, на которых скапливается грязь. Получающееся пленочное ограждение из нескольких соединенных полотнищ является значительно менее прочным, чем сплошная пленка. В настоящее время как минимум один поставщик импортирует в Молдову пленку шириной 12 м, а изделия шириной до 15 м широкодоступны на мировом рынке. В США очень распространена пленка шириной 3 м (10' (футов)), 6,1 м (20'), 7,32 м (24'), 9,75 м (32'), 12,2 м (40') и 14,63 м (48'), и она может появиться на рынке Молдовы.

Некоторые из этих видов пленки также покрыты антиконденсационным слоем. Он способствует тому, что вода, появляющаяся на покрытии в результате конденсации влаги внутри теплицы, стекает вниз по пленке, поэтому не образуются крупные капли воды, капающие на растения, и последние получают больше света. Но даже самая высококачественная пленка не сохраняет антиконденсационные свойства дольше 2 лет. Для их восстановления существуют доступные спреи, например, «Sun Clear».

Для защиты пленки с высокой стоимостью следует рассмотреть возможность ее фиксации с помощью алюминиевого профиля. Такие алюминиевые крепления отлично предупреждают образование точек концентрации напряжений и/или дыр в пленке. Также алюминий не взаимодействует с ней химически. Герметизация креплений для устранения щелей по периметру является недорогой, эффективной и может существенно снизить потери тепла.

---

Значение: круглогодичное использование пленки требует более прочного каркаса, способного выдержать высокую нагрузку от снега зимой. Снижаются эксплуатационные расходы в результате меньшего повреждения пленки и

меньших трудозатрат на покрытие. Чем герметичнее прикреплена пленка, тем ниже потери тепла и тем выше температура почвы весной благодаря поддержанию условий внутренней среды теплицы.

---

## ЭТАП 7. ОДНОСЛОЙНАЯ ПЛЕНКА, ЗАДЕРЖИВАЮЩАЯ ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

---

Если мы собираемся использовать долговечное покрытие, то пленка, задерживающая инфракрасное излучение, окупится довольно быстро. Такая пленка задерживает длинноволновое (тепловое) излучение в теплице. Это имеет наибольшее значение в ясные, холодные ночи, когда пленка с такими свойствами поддерживает температуру в теплице на 4 - 6°C выше по сравнению с обычным покрытием. На рынке Молдовы существует некоторая путаница относительно этого типа пленки. Зачастую обычная пленка без компонентов, задерживающих инфракрасное излучение, маркируется как «термическая». Настоящая пленка, задерживающая инфракрасное излучение, обычно стоит на 10 - 15% дороже, чем та, что не обладает этим свойством.



---

Значение: повышает энергосбережение и качество помидоров.

---

---

## ЭТАП 8. ДВОЙНАЯ ПЛЕНКА С ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКОЙ

---

Для лучшей теплоизоляции конструкцию можно покрыть не одним, а двумя слоями пленки, заполнив пространство между ними воздухом с помощью небольшого центробежного или осевого вентилятора. Эта надувная подушка ограничивает подвижность пленки и предохраняет ее от хлопанья на ветру, а это значительно удлиняет срок службы покрытия благодаря уменьшению истирания о каркас. Также значительно экономится энергия и потери тепла более чем вдвое ниже, чем при однослойном пленочном ограждении. В случае двух слоев более дорогую пленку, задерживающую инфракрасное излучение, нужно использовать лишь для внутреннего из них. Наружный слой может состоять из менее дорогой пленки со сроком службы 4 года, хотя использование двух слоев пленки, задерживающей инфракрасное излучение, - замечательный вариант. Это может обойтись дешевле, если купить со скидкой целый рулон такой пленки, которого хватит на оба слоя.



Благодаря тому, что воздух между слоями пленки ограничивает ее подвижность, нет необходимости натягивать проволоочные опоры для пленки вдоль теплицы. К тому же это повышает светопроницаемость и снижает трудозатраты на строительство теплицы.

Значение: существенно повышается энергосбережение, продлевается срок службы пленки.

## ЭТАП 9. ЭЛЕМЕНТАРНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

Обогревать теплицу экономически нецелесообразно, пока она не покрыта тщательно герметизированной двойной пленкой, задерживающей инфракрасное излучение. До этого времени гораздо дешевле удерживать солнечное тепло и уменьшать потери тепла через покрытие конструкции. Хотя стоимость оборудования важна, на практике самыми высокими оказываются эксплуатационные затраты. Недорогое элементарное отопление обычно осуществляется с помощью нагревающего воздух отопительного агрегата (работающего на природном газе) или дровяной печи, но в то же время это наименее эффективные способы обогрева теплицы.



Для рассадных теплиц идеальным способом подачи тепла является циркуляция горячей воды по трубам, проходящим вдоль поверхности почвы, под стеллажами для рассады. Источником горячей воды может быть газовый водогрейный котел или дровяной водонагреватель. Эффективность и равномерность работы таких систем значительно выше, чем тех, что нагревают воздух. Как правило, дополнительные трубы вдоль боковых стен позволяют поддерживать температуру воздуха достаточно высокой в самые холодные сезоны. Если растения высаживаются в самом начале весны или конце зимы, может понадобиться вспомогательный источник нагревания воздуха, чтобы не вызвать перегрев их корней.

Хотя создается впечатление, что термический КПД отопительных агрегатов с прямым огневым подогревом приближается к 100%, у них есть три основных недостатка. Поскольку такие агрегаты используют нагретый воздух для горения, внутри теплицы остается меньше кислорода. В тщательно герметизированной теплице отопительный агрегат может потребить весь кислород и огонь будет затухать, выделяя отходящие газы, в том числе этилен. Томаты крайне чувствительны к этилену. Это значит, что перед началом работы отопительного агрегата теплицу нужно проветривать, выпуская весь теплый воздух. Несмотря на то, что такие агрегаты выделяют углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) для растений, наибольшая тепловая нагрузка приходится на ночное время суток, когда растениям нужен кислород, а не  $\text{CO}_2$ . Наконец, еще одной проблемой отопительных агрегатов с прямым огневым подогревом является то, что значительная часть продуктов сгорания приходится на пары воды, которые придется удалять путем вентиляции. В противном случае вода будет конденсироваться и капать на растения, вызывая их заболевания. Описанная необходимость вентиляции означает, что действительный КПД таких устройств близок к таковому у обычных отопительных агрегатов.

Все источники тепла должны использовать для горения более холодный наружный воздух, который богаче кислородом и создает более высокое давление. Это обуславливает более эффективное горение и, кроме того, не выводит уже нагретый воздух через дымовую трубу.

---

Значение: существенно удлиняет вегетационный период, но может также намного повысить эксплуатационные затраты.

---

## ЭТАП 10. ВЕНТИЛЯТОРЫ, СОЗДАЮЩИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПОТОК ВОЗДУХА

---

Такие вентиляторы используются для перемещения воздуха в теплице, поскольку листья растений должны постоянно слегка покачиваться. Поток воздуха сохраняет листву более сухой, что благоприятствует транспирации, росту и препятствует заболеваниям. Вентиляторы этого типа создают циркуляцию тепла и способствуют равномерности растительности в теплице. На данном этапе для осушения воздуха удобен также жалюзийный вентилятор, установленный в верхней части торцевой стены и сообщающийся с внешней средой.



---

Значение: равномерность растительности, способствуют транспирации. Препятствуют грибковым болезням.

---

## ЭТАП 11. НАРУЖНАЯ ЗАТЕНЯЮЩАЯ СЕТКА

---

Покрытие пленки снаружи белой сеткой с затенением 40% является простейшим способом частичного охлаждения теплицы. Белая затеняющая сетка намного лучше зеленой или черной, потому что последние нагреваются и переизлучают тепло в теплицу. Затеняющую сетку следует крепить на канатах, чтобы ее можно было вручную стянуть к северной стороне в периоды низкой естественной освещенности.



---

Значение: удлиняет вегетационный период, повышает качество урожая.

---

## ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛИЦ В УСЛОВИЯХ МОЛДОВЫ

---

Все этапы, включая 11-ый, должны быть достижимы для молдавских производителей тепличной сельхозпродукции, независимо от их объемов производства. Все этапы с 1 по 10 должны быть представлены в рассадных теплицах, так как рассада нуждается в тепле, а также более раннем начале вегетационного периода. Вышеперечисленные этапы с наименьшими затратами создадут оптимальные условия среды и дадут возможность значительно удлинить период выращивания помидоров (в зимне-весеннее и осеннее время) по сравнению с культурой в открытом грунте. Этот уровень оснащенности не будет поддерживать надлежащие условия для роста растений в разгар лета или зимы.

## ЭТАП 12. КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

---

На сегодняшний день на рынке можно найти простые устройства компьютерного управления теплицами по довольно приемлемой цене. Компьютерные системы управления могут совмещать регулирование температуры и влажности, а некоторые из них могут управлять и орошением на основе данных о температуре в теплице и/или от датчика солнечной радиации. Такая многофункциональность может улучшить управление, что может снизить эксплуатационные затраты настолько, что компьютерная система окупится менее чем за год (при условии достаточного обогрева теплицы).



-----  
Значение: снижение потребления энергии, трудозатрат; больше управляющей информации.  
-----

## ЭТАП 13. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СВОРАЧИВАЮЩИЕСЯ ШТОРЫ

---

Установка механизированных, автоматических сворачивающихся штор, управляемых компьютером, улучшит контроль условий среды и уменьшит количество рабочей силы, необходимой для открытия и закрытия вентиляционных отверстий, на основе данных о наружной температуре и колебаниях солнечной радиации.



-----  
Значение: снижение трудозатрат и улучшенная регулировка температуры.  
-----

## ЭТАП 14. БЛОЧНЫЕ ТЕПЛИЦЫ

---

Хотя дальнейшие этапы могут быть внедрены и в ангарных (однопролетных) теплицах, именно на данном этапе следует начать рассматривать возможность строительства блочных (многопролетных) теплиц. Блочные теплицы эффективнее одиночно стоящих, так как у первых отношение крытой площади к полезной меньше, чем у вторых, ввиду того, что в блочных теплицах каждая внутренняя стена является общей для двух пролетов. Более крупными теплицами легче управлять. Во время интенсивных снегопадов будут нужны отопительные агрегаты, чтобы растапливать снег в углублениях между крышами пролетов. Хотя в целом эта проблема нехарактерна для функционирующих зимой теплиц, она может



возникнуть в случае их простоя в этот период.

Значение: снижаются потери тепла, блоком теплиц легче управлять. Скопления снега в углублениях между крышами пролетов могут быть проблемой.

## ЭТАП 15. ИСПАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ИЛИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ОТВЕРСТИЯ В КРЫШЕ И ТУМАНООБРАЗОВАНИЕ

Если ширина ряда блочных теплиц достаточно велика, необходимы или вентиляционные отверстия в крыше, или вытяжные вентиляторы, так как площадь вентиляционных отверстий в боковых стенах недостаточна для охлаждения теплиц. Путем испарительного охлаждения теплицу можно охладить до температуры, меньшей, чем температура наружного воздуха. Этого можно добиться с помощью туманообразующих распылителей высокого давления или испарительных прокладок (с вытяжными вентиляторами). Данный этап - первый, на котором становится возможным круглогодичное производство.



Значение: производство в течение всего лета, улучшенные условия среды для растений, более высокое качество урожая.

## ЭТАП 16. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В крупных блочных теплицах можно установить более современные системы отопления, которые включают в себя водогрейные котлы и обогрев путем подачи горячей воды практически на уровне почвы. Важно регулировать температуру корневой зоны. К тому же это может снизить потери тепла путем его более сконцентрированной подачи в зону микроклимата растений. Другими источниками тепла являются когенерация и источники отработанного тепла.



Значение: экономия энергии, лучшее состояние корней растений.

## ЭТАП 17. ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

---

Если в солнечную погоду теплица закрыта герметично, существует вероятность, что весь углекислый газ внутри теплицы будет потреблен растениями. Используя генератор CO<sub>2</sub> (специальная газовая горелка), можно обогащать воздух теплицы углекислым газом и повысить производительность.



Значение: повышение производительности в дневное время, когда теплица закрыта и не вентилируется.

---

## ЭТАП 18. УДОБРИТЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ / ГИДРОПОНИКА

---

Ко времени данного этапа становится важным использование гидропоники, которое повышает количество и качество урожая. Гидропоника обеспечивает намного лучший контроль растений и позволяет растянуть ежегодный сезон выращивания помидоров с января по декабрь. Такая система почти исключает болезни, передаваемые через почву. Для томатов наиболее распространены системы, содержащие перлит в мешках или ведрах. Используются также ровные пластины из минеральной ваты. Чтобы эта технология использовалась правильно, крайне важны системы подачи питательных веществ и необходим тройной впрыскиватель.



Значение: повышение объема и качества урожая, эффективности борьбы с болезнями корневой системы. Удлинение вегетационного периода (вплоть до 11 мес.).

---

## ЭТАП 19. ЗАЩИТА ОТ НАСЕКОМЫХ ПРИ ПОМОЩИ СЕТОК

---

Данные сетки представляют собой очень тонкую, легкую ткань, мешающую насекомым залетать в теплицу. Чтобы не ограничивать приток воздуха внутрь, как правило, она должна быть в 4 – 6 раз больше, чем площадь незагороженных вентиляционных отверстий. Такие системы работают намного лучше при использовании вытяжных вентиляторов, чем при естественной вентиляции. Данный этап может быть также 7 или 8 по счету, в зависимости от местной численности насекомых и в случае необходимости сертификата о том, что продаваемая продукция выращена без использования пестицидов или является органической.



Значение: повышение объема и качества урожая. Снижение себестоимости продукции благодаря меньшему опрыскиванию.

---

## ЭТАП 20. ВНУТРЕННЕЕ ЗАТЕНЕНИЕ / ТЕПЛОВОЙ ЭКРАН

---

Система внутреннего затенения и/или тепловой экран может снизить себестоимость продукции благодаря уменьшению расходов на отопление. Обычно такие системы достаточно сложны и нуждаются в значительном техническом обслуживании. Чтобы экономить энергию, при их использовании крайне важно герметичное закрепление по периметру. Подвижная тень все-таки облегчает регулирование естественной освещенности теплицы, особенно в дни с большими колебаниями теплопоступлений от солнечной радиации.



---

Значение: улучшенное регулирование естественной освещенности. Снижаются потери тепла.

---

## ЭТАП 21. СТЕКЛЯННОЕ ИЛИ АКРИЛОВОЕ ОГРАЖДЕНИЕ

---

На данном этапе можно рассмотреть возможность покрытия теплицы материалами, альтернативными полиэтиленовой пленке, но до этого предыдущие этапы должны быть внедрены оптимальным образом.

---

Значение: повышение светопрозрачности. Для стеклянного ограждения нужно увеличить прочность конструкции.

---

## ЭТАП 22. «ЛАМПЫ РОСТА»

---

Такие лампы размещаются над растениями. Как эксплуатационные затраты, так и издержки по замене делают «лампы роста» очень дорогими. Прежде чем рассматривать использование «ламп роста», убедитесь, что все другие возможности улучшить рост (как предыдущие этапы, так и аспекты, характерные для выращиваемой культуры) уже использованы оптимальным образом. Это не препятствует использованию «ламп роста» в рассадных теплицах. Данная технология может быть очень целесообразна, наряду со стимуляцией прорастания с помощью пластин, нагреваемых электричеством, на которые ставятся кассеты с рассадой.



---

Значение: рост производственных затрат. Повышение производительности.

---

## ЭТАП 23. АВТОМАТИКА

---

Размер и уровень тепличных хозяйств Молдовы в сочетании с низкими ставками заработной платы делают использование роботов и других автоматизированных технологий производства нецелесообразным для данного рынка.

---

Значение: снижение трудозатрат.

---

# ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И УСТАНОВКИ ТЕПЛИЦ И ИХ ОСНАЩЕНИЯ

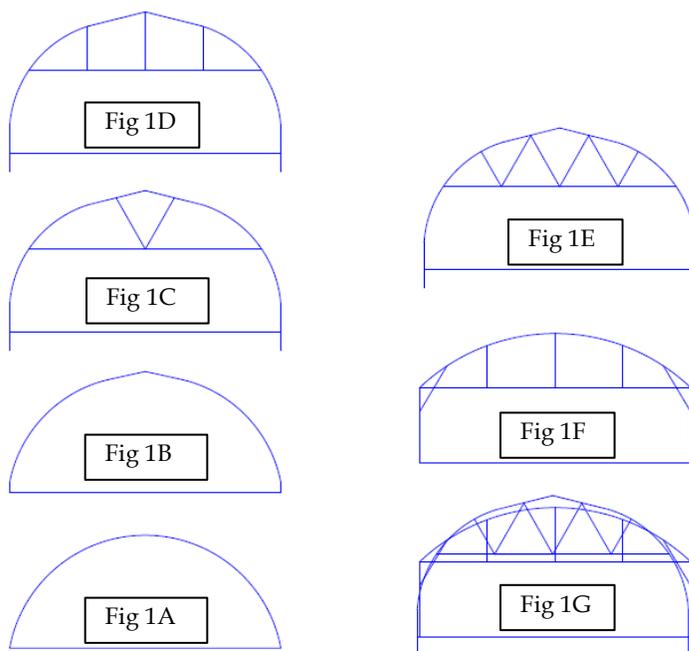
## КАРКАС ТЕПЛИЦЫ

Оптимальные размеры каркаса теплицы в значительной мере определяются длиной доступных стальных конструкций, а также стандартной шириной и длиной полиэтиленовой пленки для покрытия. Способ вентиляции также ограничивает размеры. Если будет применяться только естественная вентиляция через боковые стены, блочная теплица не может быть слишком широкой – в противном случае ее центральная часть не будет вентилироваться. При постройке очень крупных блочных теплиц можно использовать вентиляцию через отверстия в крыше, но это делает конструкцию дороже и сложнее. В случае использования вытяжных вентиляторов оптимальные затраты и кратность воздухообмена наблюдаются при длине теплицы примерно 40 м.

Прочность каркаса является особо важным свойством проектируемой конструкции. При грамотном проектировании себестоимость прочного каркаса, который может поддерживать пленку при ураганном ветре или в сильный снегопад, будет лишь немного отличаться от себестоимости каркаса, который провалится лишь однажды за свой срок службы. Теплица, о которой не нужно беспокоиться, значительно облегчает Ваши задачи и может сэкономить значительные средства за время ее эксплуатации. Если не снимать пленку с теплицы круглый год, это дает существенные преимущества, так как в этом случае температура почвы намного выше, чем в теплице без покрытия в зимний период.

## ФОРМЫ АРКИ

Форма арки и система креплений может значительно повлиять на прочность и практичность каркаса теплицы. Простейшей формой арки является изгиб с постоянным радиусом (рис. 1А). Эта форма хорошо подходит для арок шириной до 5 м, и такие арки легче всего изготовить. Плоская вершина этого вида арок способствует скоплению снега именно на ней, в самом слабом месте. У готической арки (рис. 1В) центр вершины заострен. Это способствует соскальзыванию снега с конструкции.



Арка приобретает прочность благодаря тому, что направленной в стороны толкающей силе арки противодействует сила сопротивления земли. Если приподнять арку на высоких опорах, воткнутых в грунт (рис. 1С), ее надо укрепить поперечной распоркой. Для большей прочности теплицы эту поперечную распорку можно превратить в целую систему балок и перекладин (ферму конструкции). На рис. 1С показана такая система, помогающая передать нагрузку от снежного заноса с одной стороны арки на другую.

Рис. 1D представляет пример системы балок, неудачно спроектированной для сопротивления нагрузке от снега. Эта модель широко применяется по всей Молдове. Нагрузка от массы растений, подвешенных на нижнем поясе системы балок, передается на арку. Хотя такая модель помогает поддерживать растения, она не придает арке значительную прочность, чтобы выдерживалась снеговая нагрузка. Данная модель может подойти для арок шириной менее 6 м благодаря простоте конструкции и наличию необходимой прочности.

Рис. 1E представляет модель, более удачную, чем предыдущая. Ее преимущества в прочности становятся еще существеннее для более широких арок, особенно при ширине 7 – 9 м. С такой моделью фермы нагрузки передаются с одной стороны на другую, а перекладины защищают арку от прогиба. Важным проектным решением является расположение элементов фермы в виде буквы W или M, а также схождение многих элементов в одной точке.

Рис. 1F представляет модель отдельно стоящей теплицы с прямыми боковыми стенами. Хотя прямые боковые стены дают определенные преимущества, эта модель излишне сложна и создает слабые места в углах, образуемых стенами и аркой. Рис. 1G – это рис. 1F, наложенный на рис. 1E. При рассмотрении возможности использования необходимых угловых раскосов можно заметить, что площадь сечения верхней части теплицы, под аркой, почти одинакова у обеих моделей каркаса. Дополнительное пространство у углов, образуемых стенами и аркой, лучше использовать у вершины, чтобы создать более острый угол для скольжения снега.

## МАТЕРИАЛЫ КАРКАСА

---

За пределами Молдовы большинство промышленных теплиц строятся с использованием труб из оцинкованной стали. Этот материал получают из высокопрочной стали, которая позволяет использовать меньшее и более легкое поперечное сечение вместо тяжелых стальных конструкций. У труб более высокого качества зона сварки специально обработана для восстановления оцинкованного покрытия. Кроме того, на такие трубы нанесено экологически чистое поверхностное покрытие (краска). Оно придает поверхности гладкость, что предотвращает истирание пленочного ограждения о каркас.

К сожалению, в настоящее время этот материал недоступен на рынке Молдовы. Прочность имеющихся на рынке гладких стальных труб примерно вдвое меньше, чем у высокопрочной стали. Если сравнить конструкционные материалы, то толщину стенки имеющихся труб надо примерно удвоить, чтобы при том же диаметре получить идентичную прочность. Преимуществом доступного материала является то, что его легко сваривать и зона сварки обладает прочностью. Сварка может быть недорогим, но требующим много времени методом соединения элементов теплицы.

Трубки и трубы – это схожие материалы, но они характеризуются разными

техническими параметрами. У трубок указывается диаметр отверстия, а толщина стенки определяется по специальному сортаменту. Что касается труб, они характеризуются наружным диаметром и толщиной стенки.

Арки можно изготовить из труб квадратного или круглого сечения. Трубы квадратного сечения немного прочнее, но обычно трубы круглого сечения менее дорогие в пересчете на единицу массы.

Все необработанные стальные конструкции следует красить, но особенно это важно для тех участков, которые соприкасаются с полиэтиленовым покрытием. Шероховатая поверхность стали значительно сократит срок службы покрытия. Чтобы защитить покрытие от шероховатых выемок, можно использовать также алюминированную ленту (применяемую для герметизации просветов).

---

## СВАИ И БЕТОН

---

Все опоры тепличного каркаса должны быть вмонтированы в бетонные сваи, погруженные в грунт ниже границы промерзания. Чем выше опора, тем больше должен быть диаметр сваи, чтобы сопротивляться выталкивающей опоры силе арки. К тому же более крупным теплицам бетонные элементы необходимы, чтобы удерживаться во время ураганного ветра. Длинная арочная теплица шириной 9 м обладает такой же парусностью, что и крыло самолета при ураганном ветре! Чтобы конструкцию не снесло ветром, к земле надо прикрепить достаточную массу.

---

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

---

Чтобы экономить энергию в обогреваемых теплицах, северную торцевую стену можно теплоизолировать и покрыть твердым материалом. Для теплиц наилучшим теплоизоляционным материалом является экструдированный полистирол. Изнутри стену следует покрасить в белый цвет, чтобы свет отражался обратно к растениям.

Во всех случаях, когда тепло подается на уровне почвы, рекомендуется теплоизоляция по периметру. Теплоизоляционный материал можно вкопать в грунт вертикально или расположить горизонтально. Идеально подходит материал толщиной 100 мм и шириной 0,5 – 1 м. Такая теплоизоляция поддерживает более высокую температуру почвы по периметру теплицы и может быть целесообразна, даже когда теплица не обогревается, особенно при выращивании прямо в грунте.

---

## ОРОШЕНИЕ

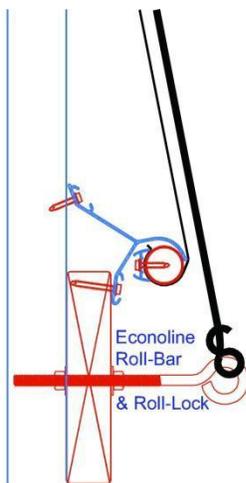
---

В Молдове оросительная лента широко используется при возделывании как в открытом, так и в защищенном грунте. В теплицах, построенных на участках со значимым уклоном (не менее 1%), следует использовать не капельную ленту, а герметичные компенсированные капельницы. Они позволяют каждому растению получить одинаковое количество воды и/или питательных веществ. В этих капельницах есть обратный клапан, предупреждающий отток воды вниз по окончании ее активной подачи. Хотя они дороже, чем капельная лента, но служат много лет и оказываются мелкими расходами по сравнению с потерей нескольких крайних растений в ряду из-за избыточного полива. Если Вы вынуждены использовать капельную ленту в теплице на склоне, ленту можно протянуть за конец ряда и вставить в трубку, по которой вода будет вытекать за пределы теплицы.

## СВОРАЧИВАЮЩИЕСЯ БОКОВЫЕ СТЕНЫ

Сворачивающиеся боковые стены используются для вентиляции теплицы. При этом следует задействовать обе боковые стены, чтобы потоки воздуха проходили сквозь ряды растений. При правильном монтаже система может блокироваться в закрытом состоянии и надуваться воздухом. Это позволяет добиться такой тщательной герметичности, как у теплицы с обычными стенами, в целях значительного энергосбережения.

У большинства стен такого рода высота открытия составляет 1 – 2 м, особенно часто – 1,5 м. При большей высоте возникает больше трудностей со складками пленки. Эти складки быстро делают сворачивание неравномерным, создавая напряжение в системе и пленке.



Элементы сворачивающихся боковых стен: брус, материал штор, противоветровые канаты, мотор бруса или ручной подъемник, верхний и нижний фиксирующие профили, и краевые уплотнители (по углам с торцевыми стенами).

Брус может быть изготовлен из трубы из алюминия или оцинкованной стали. Эта труба должна обладать вращательной жесткостью, так как крутящий момент подъемника или мотора будет перекручивать брус, чтобы поднять штору. Если жесткость бруса недостаточна, высота поднятия его концов может заметно отличаться. Блокирование в закрытом положении тоже встретит трудности при зацеплении и равномерном натяжении шторы.

Как правило, стальная труба 25 x 1 мм подходит при длине теплицы до 30 м, а труба 33 x 1 мм – до 90 м. При большей длине подъемник или мотор можно установить посередине. Так как диаметр бруса должен быть одинаковым по всей длине, соединения должны находиться внутри. Стальные трубы с высаженными концами являются самым простым решением,



РИС. 1. СВОРАЧИВАЮЩИЕСЯ БОКОВЫЕ ШТОРЫ, ОСНАЩЕННЫЕ МОТОРОМ



РИС. 2. СВОРАЧИВАЮЩАЯСЯ ШТОРА, НАДУТАЯ ВОЗДУХОМ, В ЗАКРЫТОМ ПОЛОЖЕНИИ



РИС. 3. СИСТЕМА РУЧНОГО ПРИВОДА СВОРАЧИВАЮЩИХСЯ ШТОР

но можно использовать и сварку.

Для хорошей работы системы крайне важно, как материал штор прикреплен к брусу. Равномерное прикрепление сводит к минимуму образование складок и способствует плавному сворачиванию. Для блокирования в закрытом положении нижний фиксирующий профиль должен натягивать пленку равномерно с обеих сторон, так как брус находится в положении полного разворота и изменяет направление вращения на обратное. Вообще самым экономичным решением для фиксации является крепление волнообразно изогнутой проволокой.

Нижний фиксирующий профиль или канал создает пустое пространство для падения бруса. Для этих целей доступны профили, изготавливаемые по заказу компанией «Advancing Alternatives» (AdvancingAlternatives.com). Другим решением было бы использование тяжелого участка карнизного водосточного желоба в перевернутом положении (зафиксированного только сзади).

Противоветровые канаты используются для удержания бруса на каркасе теплицы. Канат с примерным диаметром 5 мм зигзагообразно продевается через болты с ушками, расположенные сверху и внизу.

Для вращения бруса можно использовать различные механизмы открывания-закрывания. Важно учесть расстояние до земли, необходимое для такого механизма в закрытом положении. При небольшой длине бруса можно использовать простой ручной подъемник. Задвигая и выдвигая рукоятку подъемника, можно блокировать шторы в открытом положении. Использование рукояток может создавать трудности при закрытом положении шторы. Эту простую систему следует применять только при длине бруса не более 10 м, так как при большей длине она может быть опасна.

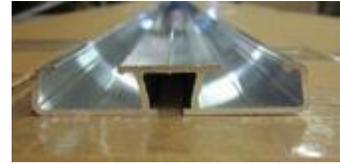
Ручные механизмы с зубчатой передачей являются экономичным выбором, но их невозможно автоматизировать. Это те же механизмы, что используются для выдвигаемых навесов. У некоторых моделей есть внутренние тормоза, что позволяет применять меньшее передаточное отношение. Обычно механизм с передаточным отношением 7:1 подходит для длины 30 м. Как ручные, так и оснащенные мотором механизмы с зубчатой передачей поднимают и опускают опорную трубу, которая предупреждает вращение мотора и обычно прикреплена только сверху. Это позволяет механизму двигаться в стороны по отношению к теплице.

В случае моторизованных штор доступны моторы типа 24V DC производства Китая, а также моторы, работающие при напряжении 240В, из Европы, например, внутривальный привод модели RMA-15 от компании «Lock» (Германия). Чтобы задать верхний и нижний пределы движения шторы, используются внутренние концевые выключатели. Можно применять автономный блок управления шторами или подключить моторы к компьютерной системе управления. Если штора



состоит из двойной пленки с воздушной прослойкой, нужно использовать таймеры, чтобы предусмотреть время для выпуска воздуха до того, как штора начнет сворачиваться.

У верхнего фиксирующего профиля есть дополнительные особенности, заслуживающие внимания. Так как он крепится рядом с пленкой, составляющей крышу, важно, чтобы этот профиль был как следует фиксирован к каркасу теплицы. Там же должно быть место для болтов с ушками, удерживающих противочетровые канаты. Многие производители изготавливают алюминиевые профили такого рода на заказ.



## ПОКРЫТИЕ

---

См. также этапы 6 – 8, касающиеся покрытия теплиц.

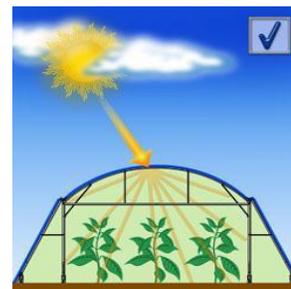
СКОПИРОВАНО С ВЕБ-САЙТА [HTTP://WWW.GINEGAR.COM](http://WWW.GINEGAR.COM)  
(ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ)

---

### РАССЕЯННЫЙ СВЕТ И РАСТЕНИЕ КАК МАШИНА ПО ПРЕВРАЩЕНИЮ CO<sub>2</sub> И ВОДЫ В ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО

Какова польза для растений от рассеивания видимого света, проникающего в теплицу?

Ответ заключается в основе строения большинства растений: они растут вверх в виде стебля (ствола), отдающего ветви от центральной оси таким образом, чтобы уловить как можно большую часть доступного потока видимой радиации, делающей возможным фотосинтез. Мы должны помнить, что в этом процессе лист является основной рабочей единицей, т. е. местом, где происходит превращение воды и углекислого газа в глюкозу.



Как следствие этой особенности роста, по мере того как мелкие веточки стремятся конкурировать за «место под солнцем», центральная часть растения раньше или позже становится затененной кроной и нефункциональной. А все, что становится нефункциональным, обречено на отвержение растением через образование отделительного слоя, что ведет к опаданию (бесполезных) листьев. Чтобы увеличить активную поверхность для фотосинтеза у растений, мы помогаем фермеру уменьшить масштаб этого постепенного избавления от стольких рабочих единиц (листьев) именно тем, что предлагаем способ заставить видимую радиацию проникнуть ко внутренней части растения. Это достигается облегчением рассеивания света, проходящего через покрытие теплицы.

Рассеянный свет – это свет, у которого изменен угол, под которым он проникает через покрытие. Обычно для этого используются специальные (минеральные) добавки, которые рассеивают свет, когда он проходит через пленку. Рассеянное световое излучение будет в основном отражаться от предметов в теплице, и некоторая его часть проникнет к центральным, затененным органам растения.

Рассеивание света данным способом, с помощью минеральных добавок, неизбежно приведет к небольшому уменьшению общей прозрачности пленочного покрытия. Некоторая часть света, особенно ранним утром и в вечерние сумерки, падает на покрытие под очень острым углом. Если эти лучи попадают на молекулу рассеивающего свет минерала, они могут рассеиваться под таким углом, что будут выходить из теплицы обратно во внешнюю среду.

Тем не менее общий эффект рассеивания света почти всегда благоприятен, так как повышается интенсивность фотосинтеза и снижается тепловая нагрузка теплицы.

### ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ – ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРУ РАСТЕНИЙ

На первый взгляд мы предполагаем, что основное преимущество термической пленки заключается в ее влиянии на температуру воздуха в теплице - ведь именно этот параметр чаще всего служит критерием, по которому судят, выполняет ли пленка свои функции.

Но истина заключается в другом, не умаляя при этом значения температуры воздуха в теплице в ночное время. Наиболее важным является поддержание оптимальной температуры культивируемых растений. Если ночью воздух внутри теплый, он передает часть своего тепла растениям, которые обволакивает. Но по самой своей природе воздух переносит относительно немного энергии из-за своей малой массы. Таким образом существуют пределы того, насколько воздух в теплице может согреть растения, быстро теряющие энергию (тепло) путем теплового излучения или конвекции.



В то же время растения отдают энергию (тепло) в атмосферу в основном путем теплового излучения, и тип тепличного покрытия над растениями сильно влияет на интенсивность этого излучения. Тепловой поток от растений подсчитывается по формуле, включающей в себя температуру растений и температуру «неба» в 4 степени:

$$Q = \epsilon \cdot A \cdot \delta \cdot (T_a^4 - T_b^4), \text{ где } \epsilon - \text{коэффициент излучения (0,9), } A - \text{площадь листьев, и } \delta - \text{постоянная Больцмана (3,3} \times 10^{-24} \text{ кал/град. Кельвина)}$$

Q – теплота излучения

Другими словами, температура растений в теплице, покрытой термической пленкой, которая поглощает тепловое излучение и является относительно теплой, будет (по крайней мере, теоретически) выше, чем в случае, если бы они росли под открытым небом, без какого-либо пленочного (или стеклянного) покрытия, или под покрытием без особых теплоудерживающих свойств.

Весьма вероятно, что согревание благоприятно воздействует на растения не только в силу положительного эффекта оптимальной температуры на их рост и развитие. Другим важным - возможно, самым важным – преимуществом является то, что влага будет конденсироваться на поверхности растений лишь в последнюю очередь, после конденсации на других, более холодных поверхностях.

## ВЕНТИЛЯТОРЫ ДЛЯ НАГНЕТАНИЯ ВОЗДУХА

Данные вентиляторы используются для нагнетания воздуха между двумя слоями пленочного покрытия. Небольшие модели вентиляторов работают непрерывно, чтобы пленка была постоянно надута. Обычно их мощность должна составлять примерно 28 л/с, или 100 м<sup>3</sup>/ч, а давление, создаваемое между слоями пленки, - 5 - 12 мм вод. ст. В пособие включена схема простого манометра для измерения этого давления.

Вообще, для небольших теплиц можно использовать вентиляторы поменьше, но состояние покрытия, а также то, насколько герметично его слои соединены друг с другом, имеют большее отношение к необходимой мощности вентилятора. В США для этой цели используются небольшие центробежные вентиляторы, и на этой странице представлены различные их примеры.

Air Inflation Kit, 60 CFM



РИС 5. ВЕБ-САЙТ CROPKING.COM

Похоже, эти небольшие центробежные вентиляторы тяжело найти на рынке Молдовы. В качестве потенциальной замены можно рассмотреть использование небольших, недорогих, пластмассовых, трубчатых осевых вентиляторов,



например, модели «Dospel D150».

Чтобы надувать крышу, боковые и/или торцевые стены одним вентилятором, используются трубы подачи воздуха. Одним своим концом они легко подсоединяются к пленке и подают воздух в отдельные участки. Это позволяет надувать покрытие всей теплицы одним вентилятором.

### INFLATION FAN COMPONENTS:

#### Inflation Blowers

*For double layer poly*  
Used to inflate two layers of poly film to conserve heat, lengthen life of poly and increase rigidity of houses where snow loads are a problem. Thermally protected 115V motor.

#### Bracket & Deflector

*For inflation blowers*  
This unique blower bracket will effectively stabilize and hold an inflation blower. It comes with a positive twist lock between the covering film and the bracket. Available in 2 sizes.

#### Jumper Kits

Ideal for inflating side and endwalls. The twist-on coupling with finger grooves and flexible hose makes installation simple. The Jumper kit end features three vented ports to prevent the outer layer of polyethylene from blocking air flow. All PVC construction.



Inflation Blower, Bracket & Deflector in use



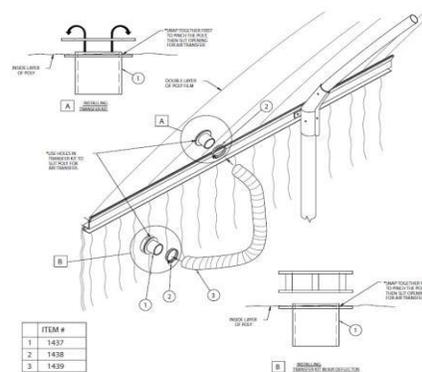
Inflation Blower, Bracket & Deflector unit



Bracket & Deflector set

INFLATION BLOWER		
Catalog #	Description	Each
025-114-440	Inflation Blower - SMALL (50 CFM)	\$56.75
025-114-446	Inflation Blower - LARGE (140 CFM)	\$64.00
BRACKET AND DEFLECTOR		
Catalog #	Description	Each
025-284-440	Bracket/Deflector Set for FN80GYG	\$18.75
025-284-446	Bracket/Deflector Set for FN-180GYG	\$28.00
JUMPER KITS		
Catalog #	Description	Each
025-340-018	18" Black Jumper Kit	\$11.00
025-340-024	24" Black Jumper Kit	\$11.50
025-340-036	36" Black Jumper Kit	\$12.50
WIRING KIT		
Catalog #	Description	Each
025-999-999	8' electrical cord, orange wire nuts, electrical connector	\$14.50

РИС. 4. ВЕБ-САЙТ WALDOINC.COM



2-1/2" Air Transfer Kit			
For use on sidewall or roof inflation of double layers of polyethylene.			
Item #	Description	Price	Unit
1437	Air Transfer Ends	\$15.00	Each
1438	Hose Clamp - 2 per set	\$1.25	Each
1439	2-1/2" Black PVC Tube	\$0.50	Ft.

## РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

---

Чтобы рассчитать параметры отопительного агрегата, необходимого для теплицы, сначала нужно оценить ее тепловые потери. Хотя существуют точные методы подсчета, для упрощения задачи предполагается, что наибольшая часть тепла теряется через покрытие путем теплопроводности. Затем подсчитываются 125% от этого значения, чтобы учесть и другие потери: через воздухообмен, по периметру и путем теплового излучения.

Другой величиной, необходимой для расчета параметров отопительных агрегатов, является ожидаемая разность температуры, которую мы хотим поддерживать внутри теплицы, и температуры вне теплицы. Эти максимальные потери тепла происходят ночью, поэтому солнечный обогрев не влияет на расчеты. Эта величина может быть найдена на основе метеорологических данных прошлых лет и/или исходя из опыта, и существует риск, что фермеры будут основывать свои расчеты на внутренней температуре воздуха, меньшей, чем оптимальная.

Тепловые потери через покрытие зависят от его типа и количества слоев пленки. В таблице приведены значения коэффициента теплопроводности (U) соответствующих материалов:

Тип покрытия	Значение U (Вт/(м <sup>2</sup> ·°C))
Однослойный полиэтилен	6,2
Однослойный полиэтилен, задерживающий инфракрасное излучение	5,7
Двуслойный полиэтилен	4,0
Двуслойный полиэтилен, задерживающий инфракрасное излучение	2,8
Двуслойный полиэтилен и теплозащитное покрытие	2,5

Тепловые потери (W) = U · A · (T<sub>вн</sub> - T<sub>нар</sub>),

где:

A – площадь поверхности покрытия (м<sup>2</sup>);

T<sub>вн</sub> – температура воздуха в теплице (°C);

T<sub>нар</sub> – температура наружного воздуха (°C).

Например:

Дана теплица в форме готической арки: ширина (w) – 9 м, длина – 40 м, высота (h) – 4,7 м. Предположим, что ширина пленки – 15 м. Когда снаружи -15°C, в теплице должно быть минимум 18°C.

Площадь одной арочной торцевой стены = 2/3 · w · h = 2/3 · 9 · 4,7 = 28,2 (м<sup>2</sup>)

Площадь пленки, составляющей крышу = 15 м · 40 м = 600 м<sup>2</sup>

Площадь поверхности покрытия = площадь крыши + 2 · площадь торцевой стены = 600 м<sup>2</sup> + 2 · 28,2 м<sup>2</sup> = 656,4 м<sup>2</sup>

Тепловые потери (W) = U · A · (T<sub>вн</sub> - T<sub>нар</sub>) = U · 656,4 · (18 - (-15)) = U · 21661

При использовании однослойного полиэтилена, типичного для Молдовы  $U = 6,2 \Rightarrow$  тепловые потери =  $6,2 \cdot 21661 = 134\,300$  Вт, или 134 кВт. 125% от этого числа составят:  $1,25 \cdot 134 \text{ кВт} = 167,5 \text{ кВт}$  (за 1 час - 167,5 кВт·ч).

При использовании покрытия из двухслойного полиэтилена, задерживающего инфракрасное излучение,  $U = 2,8 \Rightarrow$  тепловые потери =  $2,8 \cdot 21661 = 60\,650$  Вт, или 60,7 кВт. 125% составят:  $1,25 \cdot 60,7 \text{ кВт} = 75,9 \text{ кВт}$  (за 1 час - 75,9 кВт·ч).

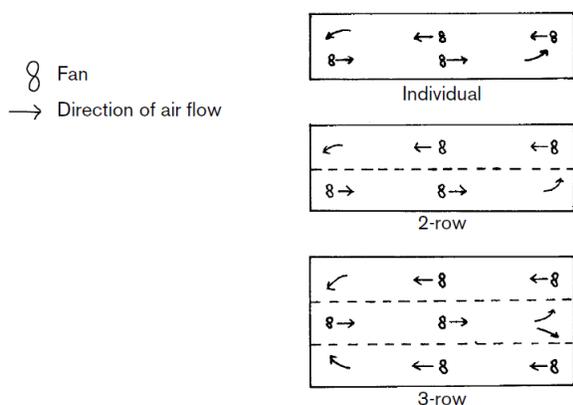
**При использовании двойной пленки, задерживающей инфракрасное излучение, потери тепла более чем вдвое меньше, чем в случае однослойной пленки!** Смена покрытия влияет не только на мощность отопительного агрегата, но и на количество потребляемого им топлива.

## ВЕНТИЛЯТОРЫ, СОЗДАЮЩИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПОТОК ВОЗДУХА

Такие вентиляторы непрерывно создают поток воздуха в теплице, который помогает поддерживать однородность самого воздуха. Поток воздуха сквозь листву будет способствовать транспирации и фотосинтезу у растений. Эти вентиляторы заставляют большие массы воздуха циркулировать по кругу по всей теплице.

Вентиляторы следует подвешивать так, чтобы лопасти были перпендикулярны земле, на 0,6 – 0,9 м над растениями. Если расстояние от растений до вентиляторов больше 0,9 м, воздух циркулирует в основном выше растений, а не сквозь их листву. Вентиляторы должны располагаться по направлению движения воздуха. Расстояние между ними должно быть примерно в 25 – 30 раз больше диаметра вентилятора, а расстояние от крайнего вентилятора до торцевой стены – 4,5 – 6 м.

Вентиляторы следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить суммарный поток воздуха в  $0,01 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2 \text{ общей площади теплицы})$ .



«Fan» – вентилятор, «Direction of air flow» - направление движения воздуха, «row» - ряд.

Например, для теплицы размерами 9 x 40 м:

$$9 \cdot 40 \cdot 0,01 = 3,6 \text{ м}^3/\text{с} \text{ всего}$$

Используем 4 вентилятора производительностью  $0,9 \text{ м}^3/\text{с}$  (или  $3240 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) каждый.

## РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫТЯЖНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

---

Как при естественной вентиляции, так и при использовании вытяжных вентиляторов частота воздухообмена в теплице должна составлять **1 раз в минуту**. Вычислите объем теплицы в кубических метрах и разделите его на 60 (с/мин). Полученное число должно быть равно (или меньше) общей производительности (м<sup>3</sup>/с) всех вентиляторов. В теплицах небольшой длины (менее 15 м) воздухообмен должен осуществляться чаще, чем 1 раз в минуту.

Например:

Теплица в форме готической арки: ширина (w) – 9 м, длина – 40 м, высота (h) – 4,7 м.

Площадь поперечного сечения арки =  $2/3 \cdot w \cdot h = 2/3 \cdot 9 \cdot 4,7 = 28,2$  (м<sup>2</sup>)

Объем теплицы =  $28,2 \cdot 40 = 1128$  (м<sup>3</sup>)

Производительность вентилятора (при частоте воздухообмена 1 раз/мин) =  $1128 \text{ м}^3/\text{мин} / 60 \text{ с}/\text{мин} = 18,8 \text{ м}^3/\text{с}$  всего или  $9,4 \text{ м}^3/\text{с}$  – при 2 вентиляторах.

## СИСТЕМА ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

---

Сначала вычислите производительность вытяжного вентилятора в м<sup>3</sup>/с. Испарительные прокладки должны располагаться вдоль всей ширины полезной площади теплицы. Максимальная скорость воздуха при прохождении через прокладки из гофрированной целлюлозы:

- При толщине 100 мм необходимо 1,27 м/с.  
При толщине 150 мм необходимо 1,78 м/с.

Производительность вентилятора / (ширина прокладки · скорость воздуха в прокладке) = минимальная высота прокладки

Например, для теплицы в форме готической арки шириной 9 м, длиной 40 м, высотой 4,7 м:

Производительность вентилятора (общая) =  $18,8 \text{ м}^3/\text{с}$

Предположим, что ширина системы прокладок – 8 м, а толщина – 150 мм (1,78 м/с).

Высота прокладки =  $18,8 \text{ м}^3/\text{с} / (8 \text{ м} \cdot 1,78 \text{ м}/\text{с}) = 1,32 \text{ м}$

## ТРИ ПРИМЕРА МОДЕЛЕЙ ТЕПЛИЦ ДЛЯ УСЛОВИЙ МОЛДОВЫ

---

К данному пособию прилагаются чертежи формата А1 трех разных моделей теплиц, подходящих для условий Молдовы. Размеры и структура этих моделей разработаны так, чтобы самым оптимальным образом использовать материалы, доступные в республике. Покупая стальные конструкции, изготовленные по заказу, можно легко строить теплицы различных размеров. В этих трех моделях наиболее оптимально используются широкодоступные стальные трубы длиной 6 м. Кроме того, размеры этих моделей рассчитаны на использование пленки шириной 6 или 12 м, которую продают молдавские производители и дистрибьюторы. Если на рынке появится пленка другой ширины, то размеры теплиц можно будет изменить в соответствии с новой шириной.

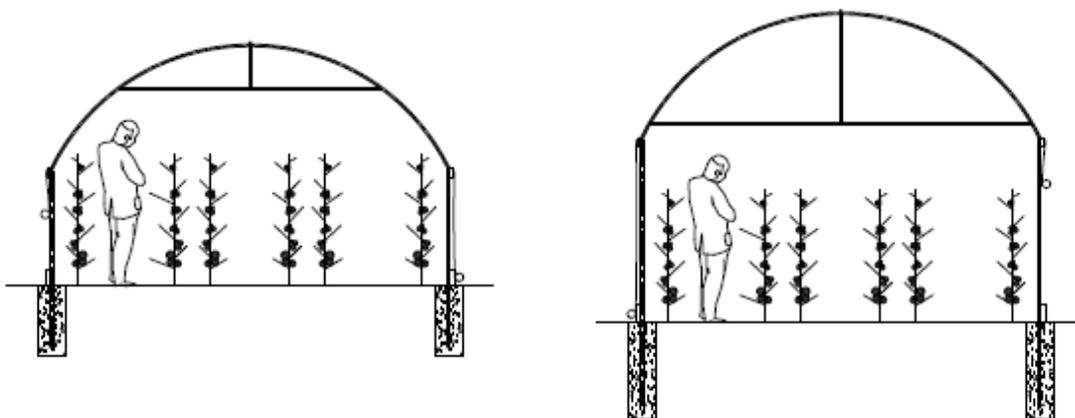
Все эти модели обладают достаточной прочностью, чтобы использовать пленку круглый год. К зиме все сетки для затенения или защиты от насекомых следует убрать. Некоторые меры предосторожности нужно соблюдать во время особо сильных снегопадов, в частности, весной, когда снег несколько теплее и влажный. Вокруг теплицы нужно убирать снег, чтобы лед не прокалывал пленку. Seriously рассмотрите возможность минимального обогрева теплицы, если ледяной дождь образует гололед на покрытии и ожидается сильный снегопад. Тепло подтопит лед на покрытии и позволит снегу соскальзывать с теплицы.

Длину теплиц легко изменять в соответствии с размерами отведенного участка земли. Исключением является блочная теплица, охлаждаемая с помощью вентиляторов. Ее длину можно уменьшить, но не увеличить. Чтобы свести к минимуму образование отходов, следует учитывать длину доступного на рынке пленочного покрытия.

Две приведенные модели теплиц туннельного типа представляют собой сразу 4 этап и легко могут быть усовершенствованы до 11 этапа и далее в зависимости от выбора оснащения и пленочного покрытия. Модель блочной теплицы находится на 15 этапе, так как используются вентиляторы и испарительное охлаждение. Показаны также возможности ее усовершенствования до 19 этапа.

### МОДЕЛЬ 1. ТЕПЛИЦА ТУННЕЛЬНОГО ТИПА 4,5 x 18 М

---



Эту модель можно построить на опорах высотой 2 или 3 м. Арка представляет собой изгиб с постоянным радиусом, но ее концы изогнуты под более острым углом, чтобы их можно было вставить в опоры. Элементы решетки балок приварены к внутренней поверхности арки, а под коньком крыши проходит единственная, непрерывная обрешетка. Эта простая система балок, включающая один вертикальный элемент, хорошо подходит для таких узких теплиц.

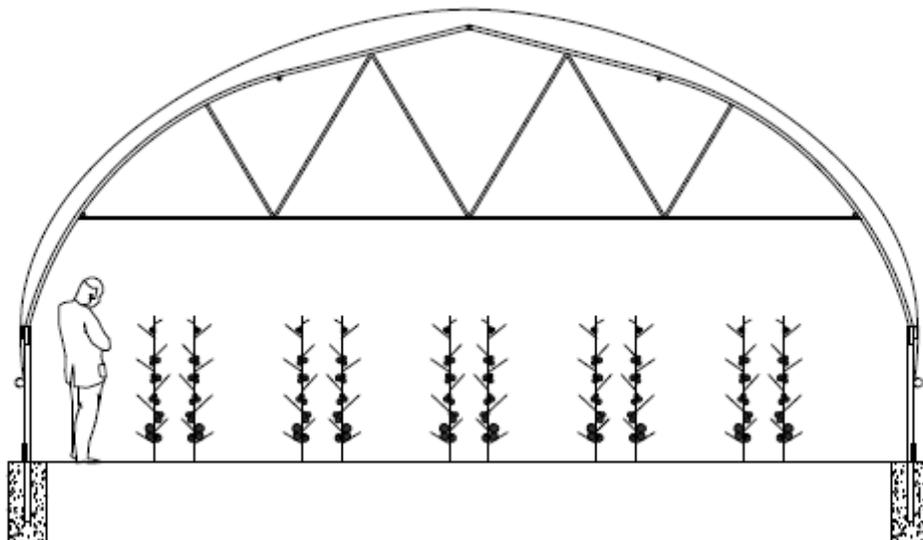
Крышу и торцевые стены этой модели наверняка можно дважды покрыть пленкой, имея 1 рулон 6 x 50 м. Сворачивающиеся боковые стены могут состоять из одного или двух слоев пленки, которую можно отрезать на нужную ширину от более широкого рулона. Если крыша состоит из одного слоя пленки, под ним следует продольно натянуть проволочные опоры. Если используется двойная пленка, надутая воздухом, проволока не нужна.

Более подробно монтаж сворачивающихся стен описан выше. Если высота опор – 3 м, наверное, вдоль нижней границы сворачивающихся стен лучше зафиксировать дополнительную перекладину и соблюдать высоту открытия 1,5 м. Ширина 4,5 м достаточно мала и позволяет вентилировать теплицу без участия торцевых стен.

Данная модель еще меньшей длины идеальна для приусадебных участков.

## МОДЕЛЬ 2. ТЕПЛИЦА ТУННЕЛЬНОГО ТИПА 9 x 40,5 М

---



Эта модель представляет собой готическую арку с полной системой балок. Модель рассчитана на покрытие импортной пленкой шириной 12 м, задерживающей инфракрасное излучение. Поэтому данная теплица находится на 7 этапе, если используется один слой покрытия, и на 8 – в случае двойной пленки, надутой воздухом. Данные размеры теплицы идеальны для того, чтобы максимально повысить производительность и свести к минимуму расходы в пересчете на квадратный метр.

Вершина арки образуется углом между прямыми. Ширина угла – 2 м, и лишь в стороны от этого участка отходит изгиб с постоянным радиусом. Этот пик вдоль центра будет способствовать соскальзыванию снега с крыши теплицы. Обрешетка приварена к

дугам арки, и нужно позаботиться, чтобы места сварки не были шероховаты для пленки. Систему балок можно сваривать на земле, но нужно убедиться в правильности соблюдения размеров. Сваривание придает системе балок большую жесткость! Вообще, вставляя арку в опоры, лучше немного сжать ее концы, чтобы обусловить предварительное натяжение для сопротивления снеговой нагрузке.

Эта модель рассчитана на покрытие 2 рулонами пленки размерами 12 x 50 м. Кроме того, нужна пленка на сворачивающиеся боковые стены. Они могут состоять из одного или двух слоев пленки, которую можно отрезать на нужную ширину от более широкого рулона. Если крыша состоит из одного слоя пленки, под ним следует продольно натянуть проволочные опоры. Если используется двойная пленка, надутая воздухом, проволока не нужна.

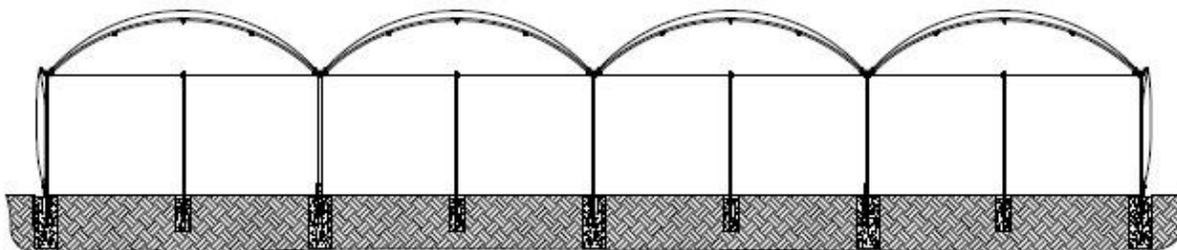
Более подробно монтаж сворачивающихся стен описан выше. При такой ширине (9 м) и высоте теплицы для вентиляции ее верхней части следует задействовать вентиляционные отверстия в торцевых стенах. Вентиляционные отверстия на петлях можно сделать в центре верхней части торцевых стен. В этом случае при ураганном ветре с вентиляционными отверстиями управляться легче, чем когда они находятся в нижней части стен. С обеих сторон к покрытию вентиляционного отверстия должен прикрепляться канат или звено цепи, которые фиксируются к первой балке. Это позволяет держать отверстие открытым настолько, насколько нужно, независимо от силы ветра. Нужно позаботиться, чтобы вентиляционные отверстия были хорошо гидроизолированы, герметизированы и плотно закрывались, так как в противном случае через них может теряться много тепла.

Хотя не приведен рисунок, по-другому вентилировать верхнюю часть теплицы можно, установив в одной торцевой стене небольшой вытяжной вентилятор, а в другой сделав отверстие для притока воздуха, закрытое ставнем. Вентилятор может управляться с помощью термостата и/или гигростата и обеспечивает первый уровень охлаждения. Такой способ может существенно снизить трудозатраты ранней весной, когда погодные условия быстро меняются.

Каркас этой модели обладает достаточной прочностью, чтобы выдержать практически все осадки, возможные в условиях зимы в Молдове, но при условии, что нагрузке от снега не будет сопутствовать значительная нагрузка на каркас от массы растений. Если планируется начать производство раньше (при достаточном обогреве), например, если ожидается, что в марте-апреле к каркасу уже будут подвешены полновесные кусты томатов, тогда в центре пролета следует установить дополнительную опору, как показано на чертеже.

### МОДЕЛЬ 3. БЛОЧНАЯ ТЕПЛИЦА С ВЕНТИЛЯТОРАМИ И ИСПАРИТЕЛЬНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

---



Эта модель во многом отличается от двух других. У серийно выпускаемых блочных теплиц связывающий их желоб является элементом конструкции. Таких желобов нет на рынке Молдовы, и их нужно будет покупать за рубежом. С учетом этой проблемы на чертежах изображена блочная теплица с желобами производства компании «CropKing» (г. Лоди, штат Огайо, США). В теплице используются вентиляторы и испарительное охлаждение. При использовании затеняющей сетки эта модель позволит успешно выращивать продукцию в самые жаркие летние месяцы.

Преимуществом такого алюминиевого желоба является то, что его соединения крепятся к специальному профилю, и поэтому его можно приспособить к различным расстояниям между арками и опорами, в том числе характерным для стальных элементов конструкции. Соединительные элементы опор и арок также можно приспособить к различным типам, формам и размерам конструкций из стали (или других материалов). Система соединяется оцинкованными болтами и гайками. Сваривание не нужно, но в стальных элементах придется сверлить отверстия или перфорировать (предпочтительно с помощью простой насадки сверлильного станка).

Модель представляет собой теплицу размерами 18 x 40,5 м, из 4 пролетов, с расстоянием между арками 1,5 м и между опорами – 3 м. Для блочных теплиц характерно, что между 2 опорами имеется по одной (а в некоторых моделях по две) промежуточной арке. В США обычно ширина пролета такой модели составляет 6,7 м, а ширина используемой при этом пленки – 7,32 м. Поскольку нет данных о том, что пленка такой ширины доступна на рынке Молдовы, в данной модели выбрана ширина пролета 4,5 м, а пленки – 6 м. При большей ширине пленки (12 м) и пролета (примерно 11 м) каждая арка должна стоять на опоре. Могут понадобиться также специальные крепежные скобы или сварные швы, чтобы передать нагрузку с арок непосредственно на опоры при такой ширине в зависимости от нагрузок на ту или иную модель и расстояния между элементами. При такой ширине понадобилось бы использовать решетчатую арку.

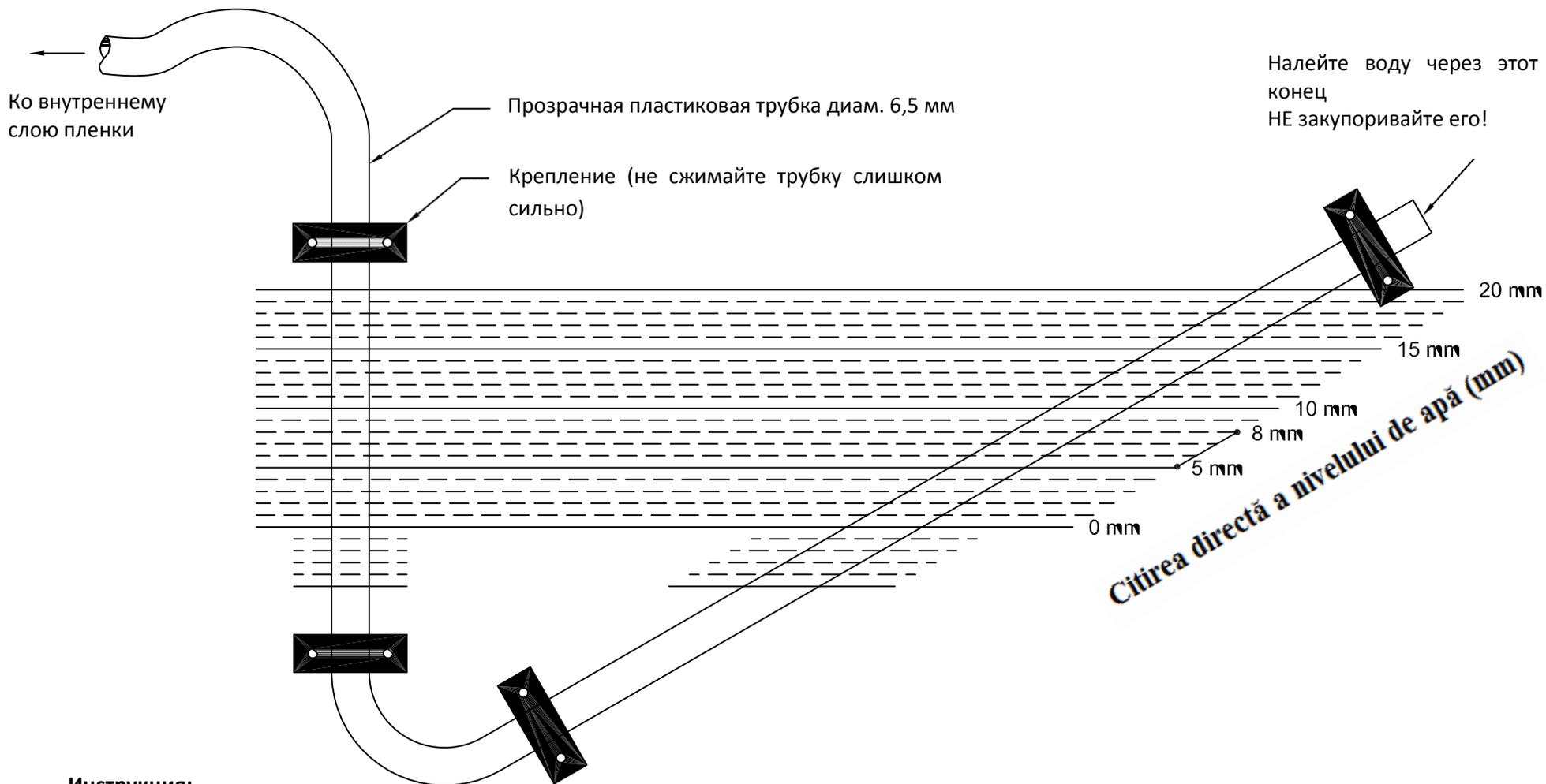
Нижний пояс системы балок соединяет вершины опор друг с другом. Какими бы ни были концы нижнего пояса, они должны крепиться на той же самой стороне опоры, чтобы не вызывать ее кручение.

В этой модели 4 пролета, но их число легко можно увеличить до 20 и более. Правда, на каком-то этапе (около 10 пролетов) потребуется установить внутреннюю разделительную стену, чтобы ограничить распространение заболеваний, а также противопожарную перегородку между этими зонами. Такие большие теплические комплексы подразумевают

использование вентиляторов и испарительного охлаждения. Кроме того, вытяжные вентиляторы нуждаются в бесперебойной подаче электроэнергии (и аварийном генераторе).

Если блочная теплица вентилируется естественным образом, через сворачивающиеся боковые стены наибольшей высоты по всему периметру, то нормальное охлаждение возможно при не более чем 6 пролетах (шириной 4,5 м). В данном случае учтено, что в крыше вентиляционных отверстий нет, но они и так слишком сложные и дорогие для большинства тепличных хозяйств Молдовы.

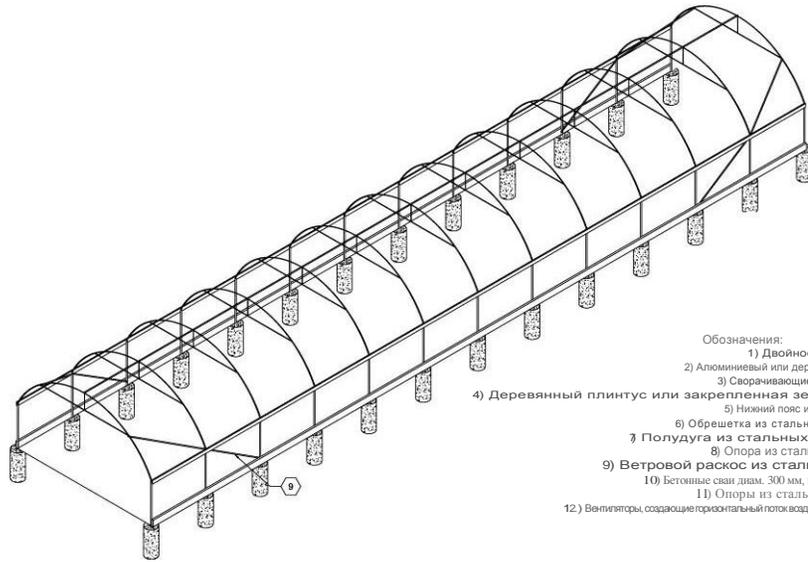
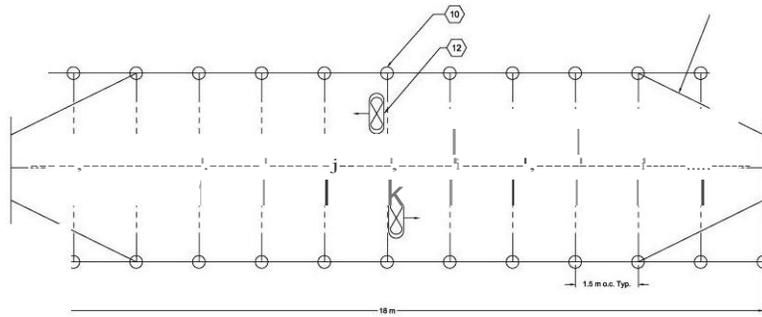
Чем больше площадь блочной теплицы, тем рентабельнее становятся многие шаги по автоматизации, и тем легче повышать сложность и производительность теплицы, проходя сразу по несколько этапов. В частности, простой блок управления теплицей был бы целесообразной инвестицией для такой модели. В случае обогреваемой теплицы блок управления может окупиться менее чем за год всего лишь путем энергосбережения благодаря более точному регулированию условий среды!



**Инструкция:**

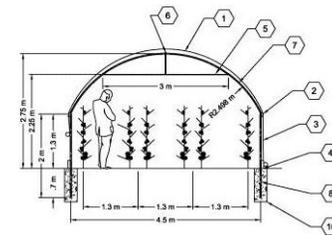
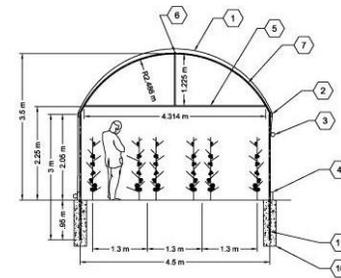
Сделайте ксерокопию чертежа и наклейте ее на доску. Прикрепите прозрачную пластиковую трубку диам. 6,5 мм по контуру на чертеже. Установите уровень манометра - налейте подкрашенную воду в трубку до уровня 0,0 мм. Введите другой конец трубки в небольшое отверстие, проделанное во внутреннем слое пленки. Прибор покажет давление в мм вод. ст. Оптимальный уровень – 5 – 7,6 мм вод. ст. После измерения отверстие можно заклеить липкой лентой. Манометр можно оставить в отверстии, но перед использованием нужно опять проверять нулевой уровень, так как вода может испаряться. Это легко можно сделать, просто вытащив конец трубки из отверстия в пленке и убедившись, что уровень воды находится на отметке 0,0 мм.

→	SCHIȚA #:	<b>MANOMETER</b>	Масштаб: 100%	DATE: 5/23/12
	Manometer	ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕПЛИЦ В УСЛОВИЯХ МОЛДОВЫ	Инженер:	<b>GSHORT.COM, LLC</b>

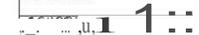


Обозначения:

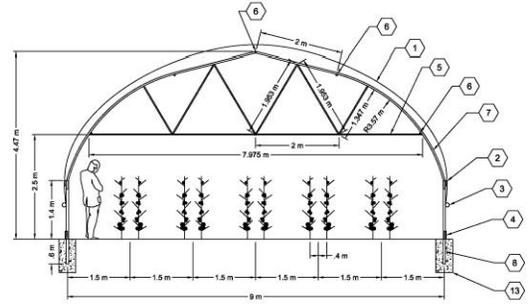
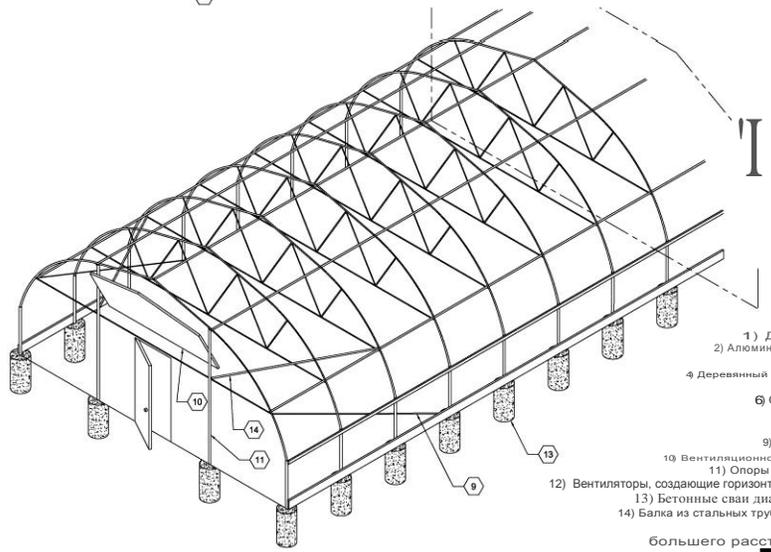
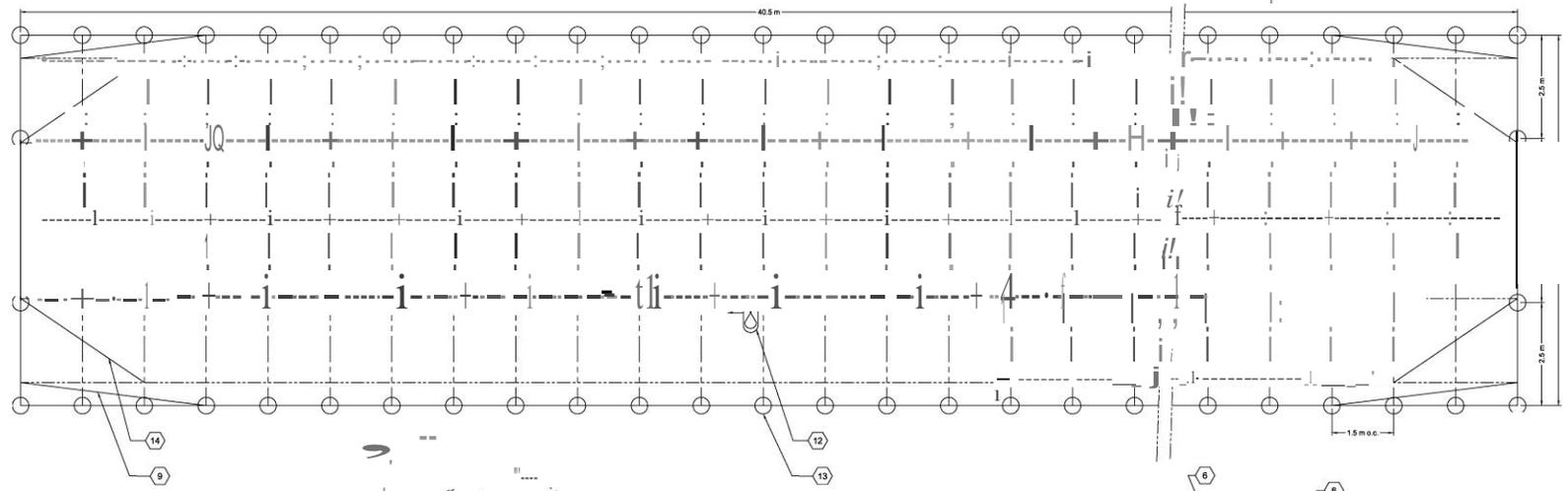
- 1) Двойное пленочное покрытие шириной 6 м
- 2) Алюминиевый или деревянный профиль для фиксации пленки
- 3) Сваривающиеся боковые стены
- 4) Деревянный плинтус или закреплённая землей пленка боковой стены
- 5) Нижний пояс и элементы фермы из стальных труб 16 х 1,5
- 6) Обрешетка из стальных труб 25 х 2,5
- 7) Полудуга из стальных труб 25 х 2,5 длиной 6 м
- 8) Опора из стальных труб 32 х 15 длиной 2 м
- 9) Ветровой раскос из стальных труб 25 х 2,5
- 10) Бетонные сваи диам. 300 мм, погруженные до границы промерзания
- 11) Опоры из стальных труб 32 х 32 длиной 3 м
- 12) Вентиляторы, создающие горизонтальный поток воздуха



Moldova Greenhouse Design  
4,5 m x 18 m Tomato House  
USAID/ DAI



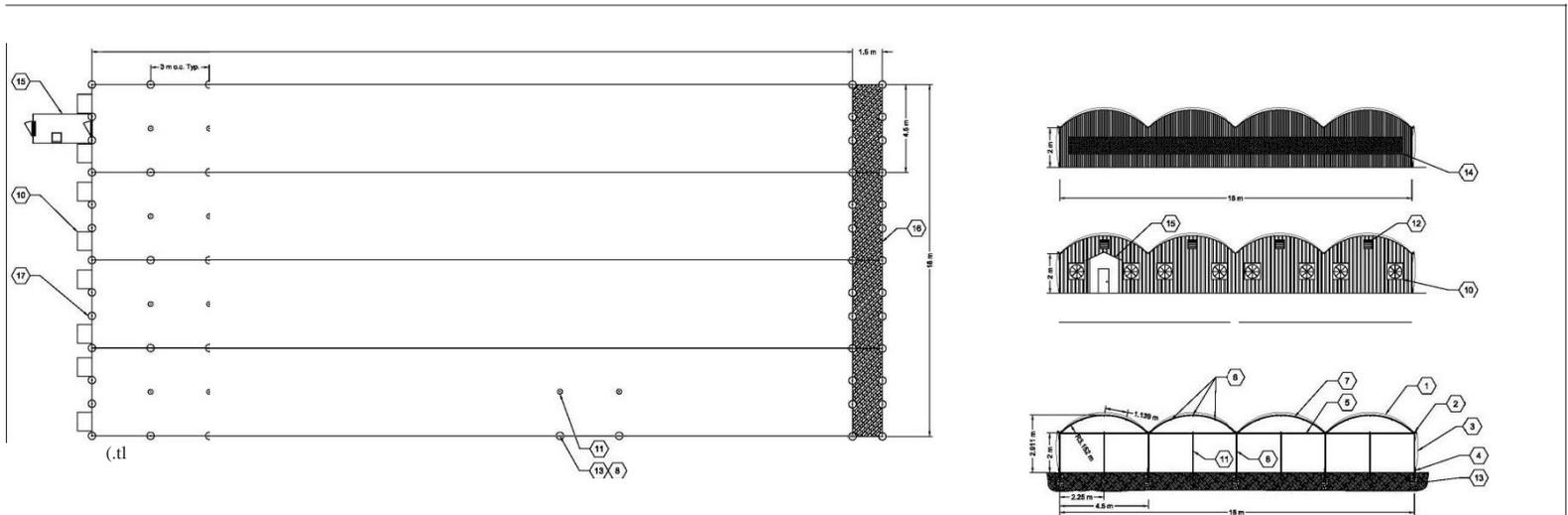
REV	DESCRIPTION	DATE



- Обозначения:
- 1) Двойное пленочное покрытие шириной 12 м
  - 2) Алюминиевый или деревянный профиль для фиксации пленки
  - 3) Сваривающиеся боковые стены
  - 4) Деревянный плитуш или закрепленная землей пленка боковой стены
  - 5) Нижний лос и элементы фермы из стальных труб 25 x 2,5
  - 6) Обрешетка из стальных труб 40 x 3,5
  - 7) Полулуча из стальных труб 40 x 3,5 длиной 6 м
  - 8) Опора из стальных труб 57 x 3,5 длиной 2 м
  - 9) Ветровой раскос из стальных труб 25 x 2,5 (по всем 4 углам)
  - 10) Вентиляционное отверстие в верхней части торцевой стены
  - 11) Опоры торцевой стены из стальных труб 57 x 3,5
  - 12) Вентиляторы, создающие горизонтальный поток воздуха
  - 13) Бетонные сваи диаметром 400 мм, погруженные до границы промерзания
  - 14) Балка из стальных труб 25 x 2,5, укрепляющая торцевую стену (по всем 4 углам)
  - 15) Опора в центре для большей прочности или большего расстояния между арками (не является обязательной)

а

Moldova Greenhouse Design  
 9 m x 40.5 m Tomato House  
 USAID/DAI



**Обозначения:**

- 1) Двойная пленка, надутая воздухом; ширина пленки - 6 м
- 2) Профиль от компании «CropKing Inc.» для алюминиевого желоба
- 3) Боковая стена, состоящая из двойной пленки, надутой воздухом
- 4) Деревянный плинтус
- 5) Нижний пояс фермы из стальных труб 32 x 1,5, в центре – 3 м
- 6) Обрешетка из стальных труб 32 x 1,5 (по 3 на пролет)
- 7) Арка из стальных труб 40 x 3,5 длиной 6 м, в центре – 1,5 м
- 8) Опоры из стальных труб квадратного сечения 50 x 50 x 2 длиной 2,5 м
- 9) Ветровой раскос из стальных труб 25 x 1,5 (обе торцевые стены, все пролеты)
- 10) Вытяжной вентилятор
- 11) Опора для растений 40 x 3,5
- 12) Вентилятор для подачи воздуха внутрь
- 13) Бетонные сваи диам. 400 мм, погруженные до границы промерзания
- 14) Система испарительных прокладок с разделительной дверью
- 15) Двупольная входная дверь в крайний пролет
- 16) Место для сеток для защиты от насекомых (необязательно)
- 17) Опоры торцевой стены из стальных труб 57 x 3,5 Steel Tube
- 18) Крепление, соединяющее нижний пояс и вершину опоры (не показано)
- 19) Скоба промежуточной арки
- 20) Скоба на вершине опоры

Moldova Greenhouse Design 4 Bay 18 m x 39 m Tomato House USA/DI/DAI	
<b>GHORTICON LLC</b> GHORTICON LLC GHORTICON LLC GHORTICON LLC	4 Bay 18m x 39m MoldovaGre... Project No. 2025 Date: 11/2025