

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕЛИОТЕПЛИЦ С МНОГОСЛОЙНЫМИ ПРОЗРАЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

*Приведены результаты исследований теплотехнических характеристик гелиотеплиц, покрытых разработанными многослойными и традиционными прозрачными покрытиями. Установлено, что разработанные прозрачные покрытия благодаря своим высоким теплоизоляционным характеристикам позволяют в несколько раз экономить топливно-энергетические ресурсы для обогрева теплиц, а также строить и эксплуатировать теплицы в суровых климатических условиях, где невозможно эксплуатация теплиц с традиционными однослойными покрытиями.*

*Ключевые слова: гелиотеплиц, топливо-энергетические ресурсы, теплицы, полиэтиленовая пленка.*

## STUDY THERMAL CHARACTERISTICS OF SOLAR GREENHOUSES WITH MULTILAYERED TRANSPARENT COATING

*The results of studies thermal characteristics of solar greenhouses, multilayer coated developed and conventional transparent coatings. It was found that the developed transparent coating due to its high insulating properties allow several times to save fuel and energy resources for heating greenhouses and greenhouses to build and operate in harsh environments, where it is impossible to operate the greenhouses with traditional single-layer coatings.*

*Keywords: solar greenhouses, fuel and energy resources, greenhouse,*

В работах [1,2] описаны разработанные нами прозрачные покрытия (ПП) для теплиц, состоящих из двух и более слоев.

Первое из них – двухслойное ПП состоит из наружного стеклянного и внутреннего гофрированного полиэтиленового слоев [1]. Полиэтиленовая пленка приклеивается (ламинируется) полосками ламинационной пленки к стеклу. Между выпуклостями полиэтиленовой пленки и стеклом остается воздух, который служит теплоизоляционным слоем (далее в тексте этот ПП обозначено как СПГ (стекло+полиэтилен гофрированный)).

Второе покрытие – многослойное, с меняющимся количеством рабочих слоев [2]. Наружный слой-листовое стекло. Три внутренних слоя- из полиэтиленовой пленки. Расстояние между слоями составляет 40 -50 мм. Каждый из полиэтиленовых слоев могут быть убраны или развернуты в зависимости от температур наружного и внутреннего воздуха. слоем (далее в тексте этот ПП обозначено как Ст+П+П+П (Стекло+полиэтилен++полиэтилен +полиэтилен)).

Проведенные нами эксперименты показали, что светопропускание обеих ПП зависит от времени дня, т.е от угла падения прямой солнечной радиации на стеклянное покрытие. В утренние и вечерние часы, когда угол падения прямой солнечной радиации на стеклянную поверхность велика, как и следовало ожидать, внутрь первого слоя проникает меньше радиации. В полдень, когда этот угол небольшой, прохождение солнечной радиации через стеклянное покрытие максимально.

После прохождения одного стеклянного и трех полиэтиленовых пленочных слоев (толщинами по 0,5 мм) в полдень солнечное излучение ослабляется на 40%, а в утренние и

вечерние часы – 70-75%. Следовательно, при плотности солнечного излучения в 500-600 Вт/м<sup>2</sup>, наблюдающейся в осенне-зимне-весеннее время в горных условиях (с высокой степенью прозрачности атмосферы), плотность солнечной радиации внутри теплицы составляет 300-360 Вт/м<sup>2</sup> в полдень и 150- 180 Вт/м<sup>2</sup>, что вполне достаточно для роста овощных культур.

Нами в г. Ош были построены теплицы размерами 10x4,5x2,0 м с указанными выше покрытиями. Они испытывались в осенне - зимне-весенние периоды 2011-2012 и 2012-2013 годов.

Для обогрева теплиц использовалась система водяного отопления. Обогревателями служили четыре трубы диаметром 50 мм и длиной 9,5 м, установленные на боковых сторонах теплицы по два на каждой стороне. Нижняя труба отстояла от поверхности грунта на высоте 100мм, а верхняя – на расстоянии 400 мм от нижней.

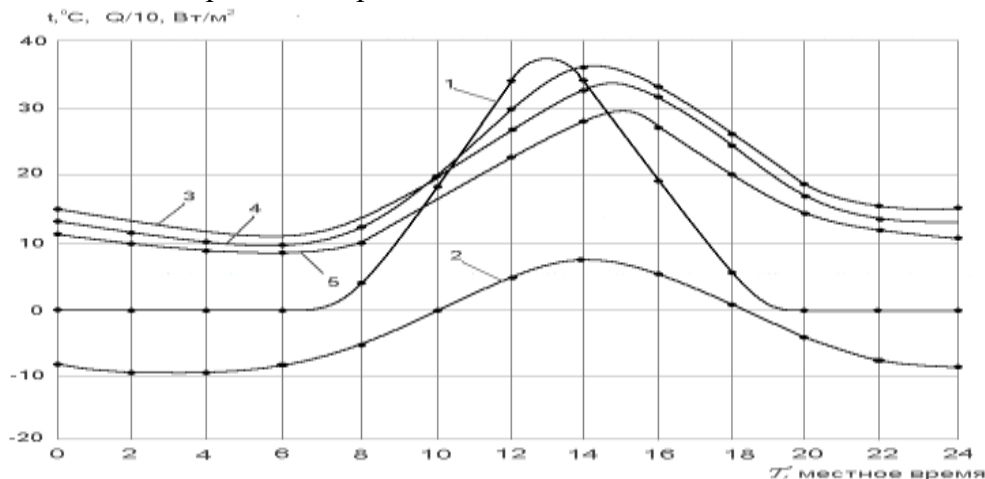


Рис. 1. Температура воздуха внутри теплицы на разных ее уровнях в ясный день в январе месяце.

1- плотность интегральной солнечной радиации, 2- температура наружного воздуха, 3, 4, и 5 – температура воздуха на высоте 2, 1 и 0,1 м от грунта.

Как видно из рисунка 3.4, в теплице с СПГ, в январе месяце, в ясный день, при максимальной плотности интегральной солнечной радиации в 362 Вт/м<sup>2</sup> температура воздуха внутри теплиц на высотах 2, 1 и 0,1 м от грунта составляет 36, 34 и 30°C соответственно. Градиент температуры по высоте теплицы в среднем также составляет около 3°C. При этом максимальная температура воздуха равна 8,5°C.

В ночное время, при температуре около -10°C температура внутри теплицы составляет в среднем около 10°C. Градиент температуры по высоте теплицы невысок и составляет в среднем 1°C.

В пасмурный же день или в дни с осадками (снегопадом), при максимальной плотности солнечной радиации в 133 Вт/м<sup>2</sup>, температура воздуха внутри теплиц на высотах 2, 1 и 0,1 м от грунта составляет 21, 18 и 15°C соответственно (рис.3.5). Градиент температуры по высоте теплицы в среднем составляет около 3°C. При этом наименьшая температура наружного воздуха, наблюдающаяся в ночное время составляет -6°C, а максимальная- в дневное время -4°C.

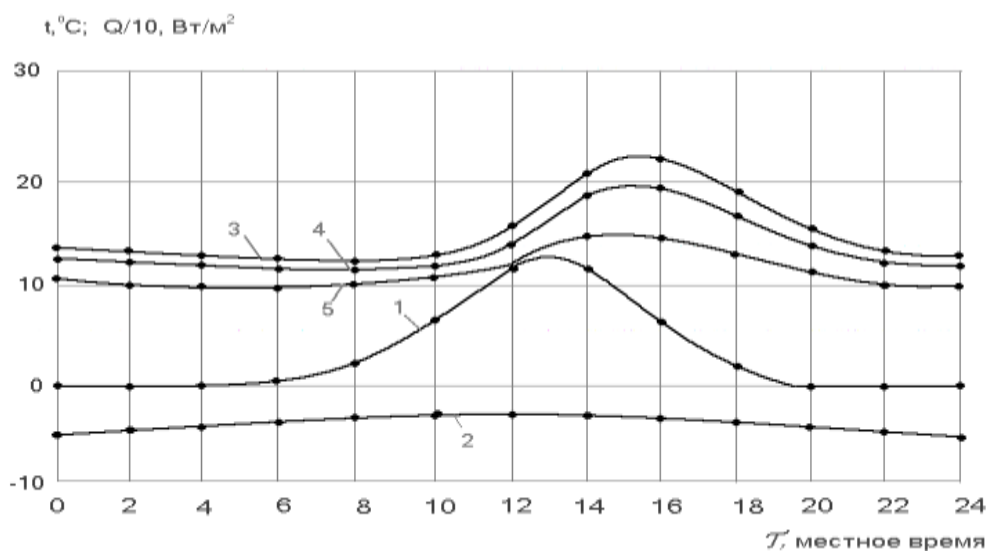


Рис. 2. Температура воздуха внутри теплицы на разных ее уровнях в пасмурный день в январе месяце.

1- плотность интегральной солнечной радиации, 2- температура наружного воздуха, 3, 4, и 5 – температура воздуха на высоте 2,0, 1,0 и 0,1 м от грунта.

В конце февраля месяца, когда температура наружного воздуха несколько выше, чем в январе месяце, температура внутри теплицы, как и следовало ожидать, также возрастает (рис.3 и 4)

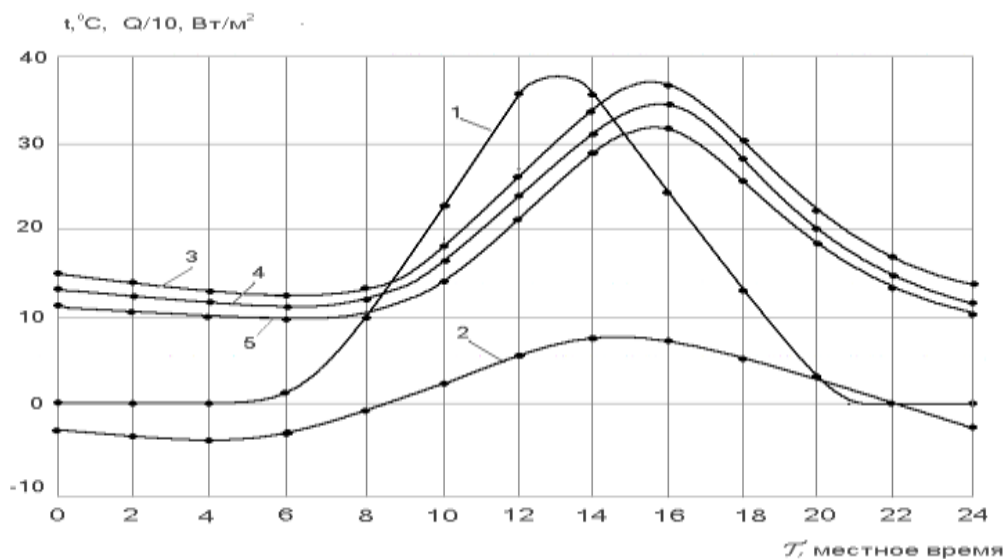


Рис. 3. Температура воздуха внутри теплицы на разных ее уровнях в ясный день в конце февраля месяца.

1- плотность интегральной солнечной радиации, 2- температура наружного воздуха, 3, 4, и 5 – температура воздуха на высоте 2,0, 1,0 и 0,1 м от грунта.

Как видно из рис. 3, в феврале месяце, в ясный день, при максимальной плотности интегральной солнечной радиации в  $393 \text{ Вт/м}^2$  температура воздуха внутри теплиц на высотах 2,0, 1,0 и 0,1 м от грунта составляет 38, 36 и  $33^\circ\text{C}$  соответственно. Градиент температуры по высоте теплицы в среднем также составляет около  $2^\circ\text{C}$ . При этом максимальная температура воздуха равна  $8,4^\circ\text{C}$ .

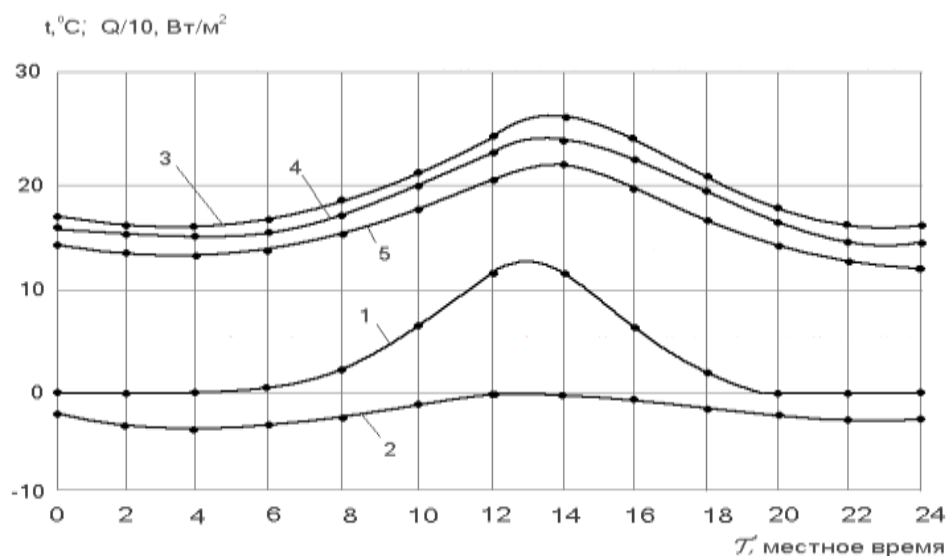


Рис. 4. Температура воздуха внутри теплицы на разных ее уровнях в пасмурный день в конце февраля месяца.

1- плотность интегральной солнечной радиации, 2- температура наружного воздуха, 3, 4, и 5 – температура воздуха на высоте 2,0, 1,0 и 0,1 м от грунта.

В ночное время, при температуре около  $-4^{\circ}\text{C}$  температура внутри теплицы составляет в среднем около  $11^{\circ}\text{C}$ . Градиент температуры по высоте теплицы невелик и составляет в среднем  $1^{\circ}\text{C}$ .

В пасмурный же день или в дни с осадками (снегопадом), при максимальной плотности солнечной радиации в  $123 \text{ Вт/м}^2$  температура воздуха внутри теплиц на высотах 2,0, 1,0 и 0,1 м от грунта составляет 26, 24 и  $21^{\circ}\text{C}$  соответственно (рис. 4). Градиент температуры по высоте теплицы в среднем составляет около  $2,5^{\circ}\text{C}$ . При этом наименьшая температура наружного воздуха, наблюдающаяся в ночное время составляет  $-3^{\circ}\text{C}$ , а максимальная- в дневное время – около  $0^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 5 и 6 приведены температура воздуха внутри теплицы на высоте 1,0 м от грунта в случае различных типов ПП для января месяца, в ясный день.

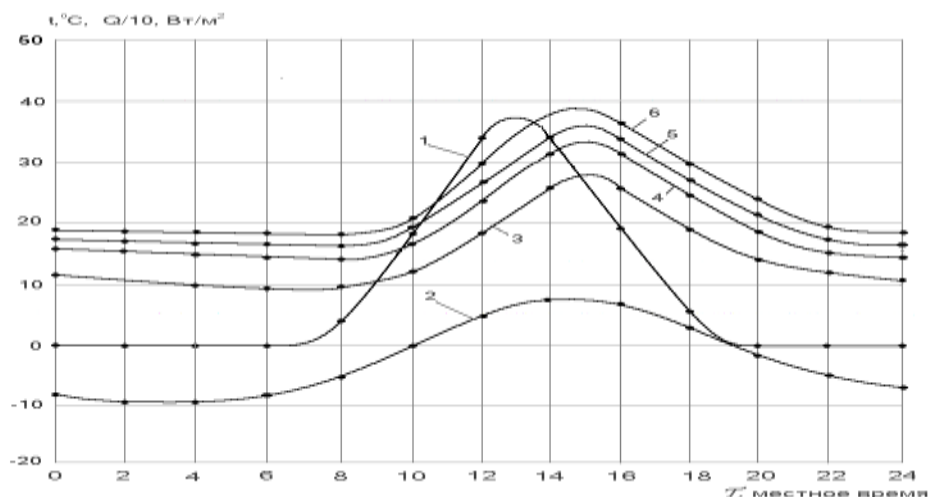


Рис. 5. Температура воздуха внутри теплицы на высоте 1 м от грунта в случае различных типов ПП для января месяца, в ясный день.

1-плотность интегрального солнечного излучения, 2- температура наружного воздуха, 3-стекло+полиэтилен, 4- стекло+полиэтилен+полиэтилен, 5-стекло+политэтилен.+полиэтилен+полиэтилен.

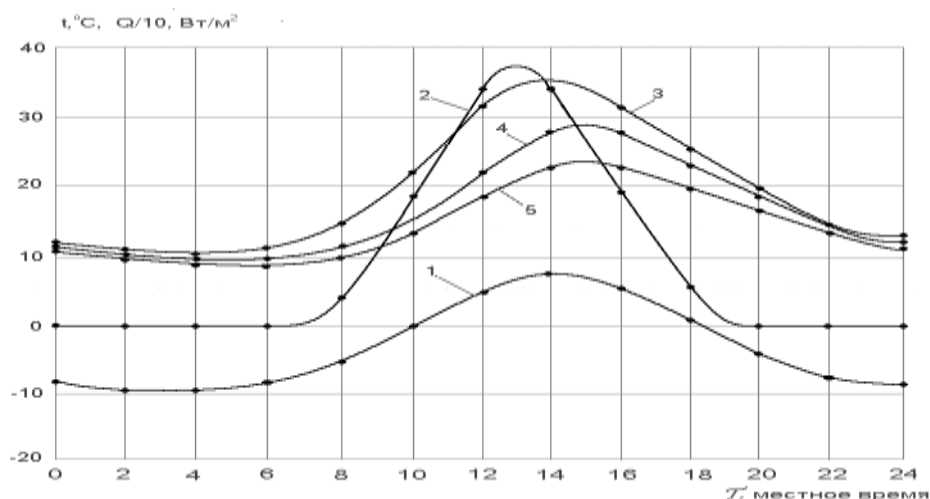


Рис. 6. Температура воздуха внутри теплицы на высоте 1,0 м от грунта в случае различных типов ПП для января месяца, в ясный день.

1-плотность интегрального солнечного излучения, 2- температура наружного воздуха, 3-стекло+полиэтилен гофрированный, 4-стекло, 5- политэтилен.

Как видно из рисунков, наибольшая температура внутри теплицы (38,3°C) наблюдается в случае использования четырехслойного ПП:Ст+П+П+П. Наименьшая температура наблюдается в случае использования полиэтиленовой пленки.

Как видно из рисунков 5 и 6, в теплицах, покрытых разработанными нами ПП, температура воздуха на 8°C выше, чем в теплицах со стеклянным покрытием и на 13°C выше, чем в теплицах с полиэтиленовым покрытием.

Таким образом, внедрение в практику гелиотеплиц, покрытых предложенными многослойными ПП позволяет решать одновременно три взаимосвязанные задачи:

1. Экономить топливно-энергетические ресурсы, необходимые для обогрева теплиц.
2. Строить и эксплуатировать теплицы, способные обеспечить необходимые микроклиматические условия для растений в суровых климатических условиях горных регионов (низкие температуры, сильные ветры, обильные осадки)
3. Обеспечить население горных регионов Кыргызстана свежими овощами, столь необходимыми в этих условиях и улучшить рацион их питания.

#### Литература:

1. Исманжанов А.И., Мурзакулов Н.А.. Гелиотеплица. Патент КР № 1468, МКИ А 01 G9/14, А01 G 13/02. Бюлл. изобр. 2012, № 8.
2. Исманжанов А.И., Мурзакулов Н.А. Исследование влияния многослойных покрытий теплиц на вегетацию растений [Текст]//Известия ВУЗов. –2013. - № 5.- С. 289-292.