

вращения выхода из строя используемых выключателей из-за аварии; 3) составит экономический эффект выявления работоспособности выключателей с истекшим сроком службы и определит возможности их использования.

#### Литература

1. Чунихин, А. А. Электрические аппараты / А. А. Чунихин. – М., 1988.
2. Буслова, Н. В. Электрические системы и сети / Н. В. Буслова. – К. : Высш. шк., 1986.
3. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети / В. И. Идельчик. – М. : Энергоатомиздат, 1989.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

К. Сарыев, А. Матъякубов, М. Оразбердиева, П. Оразмаммедов  
 НППЦ «Возобновляемые источники энергии» Государственного  
 энергетического института Туркменистана, г. Мары

Данная научная работа посвящена важной проблеме освоения пустынных территорий, в частности, автономным системам, предназначенным для производства продукции растениеводства вдали от основных источников электрической энергии.

Для обеспечения автономности в пустыне, вдали от источников электричества комплексно используются устройство для регулирования температуры внутри теплицы, а также устройство для опреснения минерализованной воды однократным испарением, для орошения растений.

Ультрафиолетовая (УФ) часть солнечного излучения относится к электромагнитному излучению с длинами волн от 380 до 10 нм. Кванты этого излучения обладают высокой энергией [1].

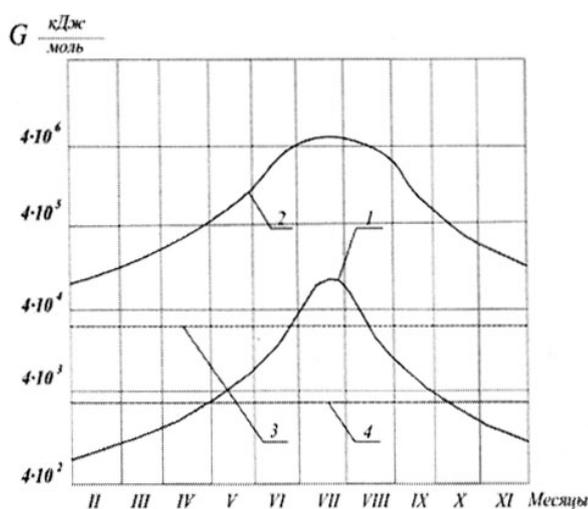


Рис. 1. Ход поступления световой и тепловой частей энергии солнечной радиации на Землю, в течение светового дня, по месяцам:  
 1 – кривая энергии инфракрасного (теплого) излучения; 2 – кривая энергии светового излучения; 3 – верхняя граница тепловой энергии, необходимой для поддержания температурного режима реакции фотосинтеза теплолюбивых культур; 4 – нижняя граница энергии инфракрасного излучения, необходимая для поддержания теплового режима реакции фотосинтеза

Как видно из рис. 1, необходимая для роста растений световая область солнечного спектра (кривая 2) в течение всего года находится в большом избытке по отношению к энергии, поглощаемой растениями в процессе фотосинтеза (около 2%). В свою очередь, энергия инфракрасного (теплого) излучения Солнца (кривая 1) в течение июля превышает энергию, необходимую для поддержания оптимального теплового режима фотосинтеза растений (граница 3), вследствие этого реакция фотосинтеза в июле прекращается. В зимние месяцы, а также в прилегающие к ним март и ноябрь температура наружного воздуха, зависящая от понижения теплового излучения Солнца, опускается ниже границы фотосинтеза теплолюбивых культур (граница 4). В этих условиях, рост растений прекращается.

Следует подчеркнуть, что энергия световой части солнечного спектра и в зимнее время года остается на высоком уровне. Представляется целесообразным в данном техническом решении часть этой световой энергии трансформировать в тепловую энергию. Например, с помощью фотоэлементов, где кванты световой части излучения Солнца, действуя на электроны кремниевых полупроводниковых структур, возбуждают в них электрический ток. Энергия электрического тока трансформируется в тепловую энергию, например, в нагревательном устройстве (ТЭН), где электрический ток превращается в тепло.

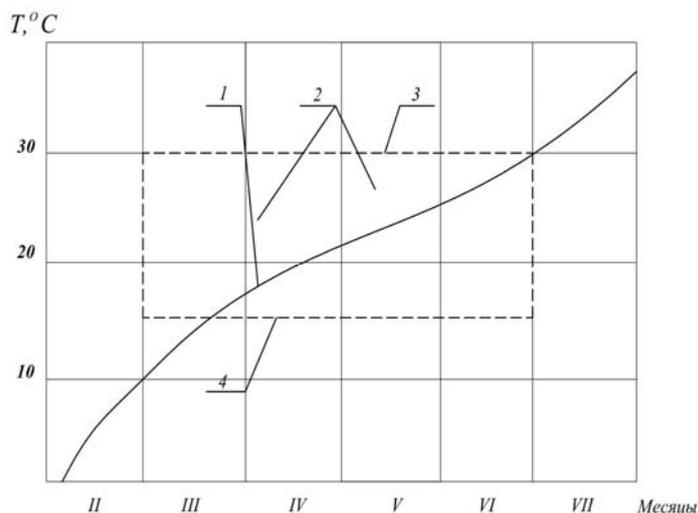


Рис. 2. Изменение среднесуточной температуры наружного воздуха в первом полугодии:

- 1 – среднесуточный ход изменения температуры  $T$ , °C, наружного воздуха в период с февраля по июль включительно; 2 – температурная граница весеннего вегетационного периода произрастания теплолюбивых культур (март–июнь); 3 – верхняя граница фотосинтеза, 30 °C; 4 – нижняя граница фотосинтеза, 15 °C

Как видно из рис. 2, в апреле, мае и июне энергия тепловой части солнечного излучения находится в оптимальной зоне фотосинтеза растений (15–30 °C). Однако в марте энергии инфракрасного излучения Солнца не хватает для эффективного фотосинтеза растений. В предлагаемом техническом решении этот дефицит тепловой энергии покрывается частью, находящейся в марте, в избытке световой составляющей энергии Солнца. Эта энергия трансформируется в тепловую энергию посредст-

вом светопрозрачных фотоэлектрических модулей, которые световую энергию превращают в электрическую, а в нагревательном устройстве (ТЭН) электрический ток превращается в тепло или же можно получить необходимое количество теплоты с помощью солнечных коллекторов.

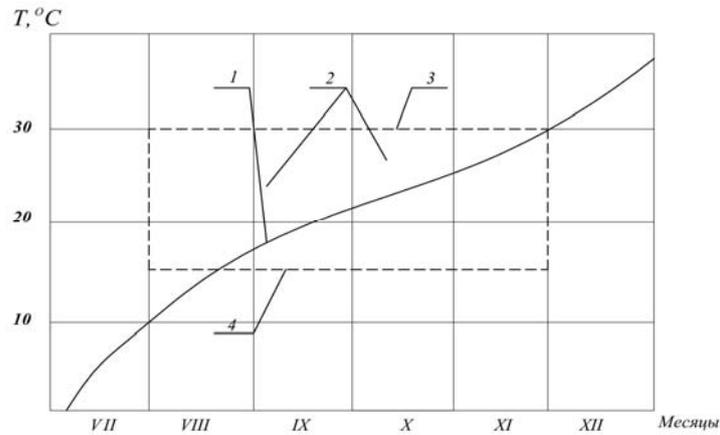


Рис. 3. Изменение среднесуточной температуры наружного воздуха во втором полугодии:

- 1 – среднесуточный ход изменения температуры  $T$ , °С, наружного воздуха в период с июля по декабрь включительно; 2 – температурная граница осеннего вегетационного периода произрастания теплолюбивых культур (август–ноябрь); 3 – верхняя граница фотосинтеза, 30 °С; 4 – нижняя граница фотосинтеза, 15 °С

Как видно из рис. 3, в августе, сентябре и октябре энергия теплового спектра солнечного излучения находится в оптимальной зоне фотосинтеза теплолюбивых растений. Однако в ноябре энергия инфракрасного излучения Солнца опускается ниже температурной границы эффективного фотосинтеза растений. Этот дефицит тепловой энергии покрывается частью, находящейся в ноябре в избытке световой составляющей энергии Солнца. Эта энергия, так же, как и в марте, трансформируется в тепловую энергию посредством работы солнечных коллекторов. Испытательная теплица представлена на рис. 4.

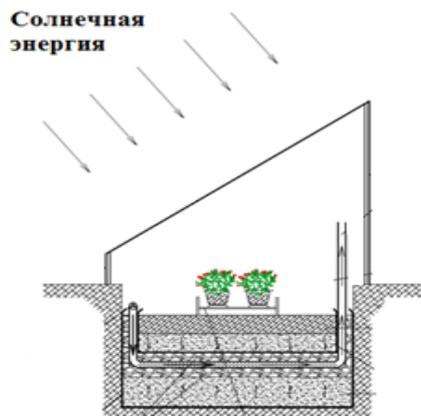


Рис. 4. Испытательная солнечная теплица

Таким образом, в условиях климата аридной зоны представляется возможным организовать два вегетационных периода выращивания теплолюбивых растений: весенний (март–июнь) и осенний (август–ноябрь). Дополнительный подогрев помещения теплицы потребуются только в марте и ноябре, что в свою очередь покрывается работой солнечных коллекторов, так как в эти месяцы интенсивность солнечной радиации в день составляет 4,1 и 2,66 кВт/м<sup>2</sup> [2].

Автономное обеспечение комплекса электрической энергией осуществляют путем установки на крыше теплицы солнечных электрических модулей. Ориентация продольной части теплицы запад–восток. Южная сторона ската крыши площадью 125 м<sup>2</sup> покрыта солнечными электрическими модулями. Удельная мощность модулей составляет 100 Вт/м<sup>2</sup> (0,1 кВт/м<sup>2</sup>). Продолжительность светового дня в ноябре и марте (при отрицательном склонении Солнца – 20 град) составляет 12 ч. Среднестатистическое количество безоблачных дней в ноябре и марте составляет 20 дней [3].

Месячная выработка электроэнергии в ноябре и марте солнечными модулями для подачи электрической энергии в аккумулятор электрического тока составляет:

$$G_1 = 125 \cdot 0,1 \cdot 12 \cdot 20 = 3000 \text{ кВт} \cdot \text{ч/месяц.}$$

Месячная потребность в электроэнергии для работ агрегатов комплекса следующая. Круглосуточная работа ТЭНа, насоса и вентилятора:

$$G_2 = 1,0 \cdot 24 \cdot 30 + 1,0 \cdot 24 \cdot 30 + 1,0 \cdot 24 \cdot 30 = 2160 \text{ кВт} \cdot \text{ч/месяц.}$$

Работа наполняющего и откачивающего насосов бассейна – аккумулятора тепла:

$$G_3 + G_4 = 3 \cdot 5 \cdot 2 + 3 \cdot 5 \cdot 2 = 60 \text{ кВт} \cdot \text{ч/месяц.}$$

В результате месячная потребность в электроэнергии комплекса составляет 2160 + 60 = 2220 кВт · ч/месяц. Она меньше месячной выработки электроэнергии солнечными модулями, равной 3000 кВт · ч/месяц.

Таким образом, автономный комплекс обеспечен как тепловой, так и электрической энергией в наиболее холодный месяц вегетационного периода выращивания овощей в закрытом грунте – ноябре.

Внедрение полученных результатов в сельское хозяйство будет способствовать в температурных условиях осенне-весеннего времени производить в глубине пустыни, в индивидуальных хозяйствах дважды в год продукцию растениеводства с использованием солнечной энергии и организации мелиоративного земледелия в закрытом грунте.

#### Литература

1. Швер, Ц. А. Климат Ашхабада / Ц. А. Швер, А. Б. Рыхлова. – Ашхабат : Гидрометеиздат, 2012. – 184 с.
2. Солтанов, Х. Основы энергосбережения / Х. Солтанов, А. Джумаев. – Ылым, 2018. – 219 с.
3. Стребков, Д. С. Развитие солнечной энергетики в Туркменистане / Д. С. Стребков, А. М. Пенджиев, Б. Д. Мамедсахатов. – М., 2012. – 496 с.