УДК 697.381

**ПУТИ** **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛИЧНОГО КОМПЛЕКСА**

**Щелоков А.И., Харчев З.Р., Евсеева О.А.**

*Россия, г. Самара, ФГБОУ ВПО* *«Самарский государственный технический университет»*

*Аннотация. Проводится краткий анализ систем обогрева теплиц. Рассмотрена система газовоздушного обогрева грунта с использованием воздухонагревателей смесительного типа. Проведены расчеты требуемой мощности почвенного обогрева, которые показывают зависимость начальной температуры теплоносителя от диаметра трубы.*

*Ключевые слова: энергосбережение, теплицы, системы обогрева, прямой и косвенный нагрев, смесительный газовый воздухонагреватель.*

*Abstract. The short analysis of heating systems of hothouses is carried out. The perspective system of ground air-gas heating with mixing type hot-blast stoves is observed. Calculations of soil heating system capacity that show dependence of starting heat-transfer agent temperature on pipe diameter are carried out.*

*Keywords:* *Power savings, hothouses, heating systems, direct and indirect heating, mixing hot-blast stove*

Особенности функционирования сельскохозяйственной отрасли связаны с тем, что в качестве объекта воздействия машинных технологий чаще всего выступают биологические объекты: почва, растения и животные. Это накладывает отпечатки на особенности потребления и распределения энергии и ресурсов. В процессе хозяйственной деятельности ресурсы предприятия занимают одно из центральных мест, поэтому вопрос ресурсо- и энергосбережения на предприятии очень актуален в настоящее время. Энергоемкость производства сельскохозяйственной продукции, несомненно, зависит от используемых технологий, уровня механизации, региона и времени года. Основными видами энергоресурсов, которые потребляет сельское хозяйство, являются ГСМ (горюче-смазочные материалы), тепловая энергия, электроэнергия, газ. В зависимости от сельскохозяйственного направления приоритет отдается разным его видам, если для животноводства это ГСМ и электроэнергия, для растениеводства это ГСМ, а для закрытого грунта тепловая энергия и электроэнергия. Особенно затратным по потреблению энергии в сельском хозяйстве является производство в зимних условиях овощей и зелени, насыщенных витаминами. Употребление в пищу импортных культур может оказаться не всегда полезным. Кроме того, производство собственных овощей это – продовольственная безопасность региона и страны в целом [5].

В теплице наибольшую долю энергозатрат в средней и северо-западной полосе нашей страны, порядка 85-90% тепла, расходуется на обогрев шатра и 10-15% на обогрев почвы, [2,4]. Значительную долю в себестоимости продукции, выращиваемой в теплицах, составляет потребление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Так, для обеспечения требуемых параметров микроклимата до 40% затрат приходится на отопление.

В настоящее время в связи с развитием фермерства получило распространение строительства небольших теплиц площадью до 1000 м2. Традиционный способ обогрева теплиц - электрообогрев или водяное отопление.

Электрообогрев очень дорог и его целесообразно применять для небольших сооружений или при расположении теплицы в непосредственной близости от источника дешёвой электроэнергии, т.е. ГЭС.

Система обогрева фермерской теплицы с теплоносителем вода, является весьма металлоемкой из-за применения в системе трубопроводов и приборов (регистров и др.). Такая система отопления требует дополнительной установки котельной. Кроме того, для циркуляции теплоносителя затрачивается большое количество электроэнергии. Основным недостатком системы водяного отопления является его большая инерционность, что затрудняет применение автоматического регулирования температуры в теплице в зависимости от наружной температуры в период резко меняющихся погодных явлений в течение суток.

При системе газового отопления теплица оснащается газовыми горелками из перфорированных трубок для беспламенного сжигания газа. Недостаток такой системы состоит в том, что во время работы газогенераторов для обогрева теплиц в пространство выбрасываются углекислый газ и пар, которые необходимы растениям, но возможно и пережигание воздуха и выгорание кислорода, что довольно опасно для растений. Поэтому во время эксплуатации данных систем одновременно должны работать и системы вентиляции для притока воздуха. Капитальные затраты на устройство и эксплуатацию системы отопления с газовыми горелками в несколько раз меньше расходов на строительство и содержание отопительной котельной и водяной циркуляционной системы отопления. Кроме того, система обладает более высоким коэффициентом полезного действия и малой металлоемкостью.

В системе воздушного отопления нагрев воздуха происходит в калориферах, использующих в качестве теплоносителя воду, электричество, пар, продукты сгорания природного газа. Недостатки такой системы напрямую связаны с выбором теплоносителя.

Наиболее выгодным теплоносителем являются продукты сгорания природного газа (системы газовоздушного отопления). Существует два основных типа газовых теплогенераторов, применяемых в установках подготовки воздуха для обогрева: прямого нагрева (или смесительного типа) и косвенного нагрева. Газовые теплогенераторы обладают высоким КПД, особенно смесительного типа (КПД достигает 99,5 %). В конструкции теплогенератора смесительного типа отсутствует теплообменник, что является наиболее эффективным, поскольку исключаются промежуточные процессы теплообмена. В отличие от агрегатов косвенного нагрева также не требуется устройство дымохода. Существенным преимуществом от выше описанной системы газового отопления заключается в том, что установки ВГС можно размещать на улице. Так как сжигание газового топлива и смешение с продуктами сгорания свежего или рециркуляционного воздуха происходит за пределами сооружения, то все пожароопасные процессы выносятся за пределы обслуживаемого сооружения, а в внутрь теплицы поступает лишь воздух необходимых параметров.

Проведенный по методике [2] расчет мощности почвенного обогрева теплицы при следующих параметрах: площадь 800 м2, ширина 10 м, температура наружного воздуха -22 °C, скорости ветра 5,9 м/с, теплопроводность почвы 20% влажности 2,1 Вт/м·°C, температуре воздуха в теплице 18 °C, и влажности 90%, показал, что при глубине залегании трубопровода 0,5 м и шагом между ними 1,1 м удельная теплоотдача трубопровода при газовоздушном обогреве составит 77 Вт/м2, температура воздуха на входе в систему обогрева грунта составит около 29 °C, при диаметре трубы 0,2 м и 27 °C при диаметре 0,4 м.

По формуле $t\_{i}=t\_{1}-\frac{δ∙q}{λ\_{гр}}$, где

$t\_{i}$- температура грунта в *i* точке °C;

$ λ\_{гр}$- теплопроводность грунта Вт/м·°C;

$δ$-расстояние от трубы до поверхности почвы, м;

 $q$-удельная теплоотдача трубопровода Вт/м2.

Результаты расчетов показали, что температура на глубине 0,3 м от поверхности почвы составляет 24,42 °C для трубы диаметром 0,2 м и 27 °C для трубы диаметром 0,4 м. и температура на поверхности грунта не превышает 15 °C.

За счет применения труб большего диаметра, по сравнению с водяным обогревом, увеличивается поверхность теплоотдачи, что снижает материалоемкость и температуру теплоносителя на входе. Это обеспечивает значительное энергосбережение. Применение эффективной автоматики, позволяет устанавливать заданный температурный режим внутри теплицы, когда происходит резкое колебание наружной температуры. Кроме того, исключается необходимость в дополнительном источнике углекислотной подкормки, которая позволяет повысить урожайность.

Таким образом, применение ВГС для обогрева теплицы решает сразу две задачи: отопление, при котором становится возможным использование коллекторов большего диаметра и углекислотная подкормка для выращивания культур. Современные ВГС экологически чистые. Такие ВГС были разработаны на кафедре промышленная теплоэнергетика Самарского государственного технического университета, которые нашли применение в различных отраслях экономики [3]. Концентрация вредных примесей в газовоздушной смеси не противоречит нормативным показателям для теплиц, приведенным нормативном документе, [1] что делает так же возможным применение ВГС для регулирования температурно-влажностного режима, в овощехранилищах, совмещая его с приточно-вытяжной вентиляцией.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55202-2012. Воздухонагреватели газовые смесительные для обогрева теплиц и аналогичных не бытовых помещений.
2. Свистунов, В.М*.* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства [Текст]: учебник для вузов/ В.М Свистунов., Н.К Пушняков*.* – 2-е изд. – СПб.: Политехника, 2007. – 423 с.
3. Пат. № 2361150 РФ, МПК F24H3/02. ПИСАТЕЛЬ/ А.И. Щелоков, А.С. Бойко (Россия). Заявка № 2007137551/06, Заявлено 09.10.2007; Опубл. 10.10.2007.
4. Топчий, Д.Н. Сельскохозяйственные здания и сооружения [Текст]: учебник для вузов / Д.Н. Топчий [и др.] – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 480 с.
5. Защищенный грунт нуждается в защите. [Электронный ресурс]: Журнал «Эксперт». №36 (913). URL:http://expert.ru/expert/2014/36/zaschischennyij-grunt-nuzhdaetsya-v-zaschite/

**Щелоков Анатолий Иванович**, д-р тех. наук, проф., зав. кафедрой «Промышленная теплоэнергетика ФГБОУ ВПО СамГТУ, г. Самара Россия. Сфера научных интересов: горение топлива, энергосбережение, энергоэффективность. Связь с автором: pt@samgtu.ru 8 (846) 332-42-20

**Харчев Захар Романович**, аспирант кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ФГБОУ ВПО СамГТУ, г. Самара, Россия. Сфера научных интересов: теплогенераторы смесительного типа. Связь с автором: 328zahar73@mail.ru 8 (963) 910-91-03

**Евсеева Ольга Андреевна**, аспирант кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ФГБОУ ВПО СамГТУ, г. Самара, Россия. Сфера научных интересов: смесительные воздухонагреватели, лучистое и газовоздушное отопление зданий. Связь с автором: 06evs\_ol@mail.ru 8 (903) 304-99-90