

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ

В.А. Кожухов, А.В. Себин, А.Ф. Семенов

В статье рассмотрены принципы теплоснабжения теплицы с использованием аккумуляции тепловой энергии, рассмотрена кольцевая теплонаносная система и возможности её применения в системе теплоснабжения.

Ключевые слова: теплица, тепловая энергия, теплоснабжение, аккумулятор тепла, кольцевая система.

Тепловой режим теплицы – параметр микроклимата, необходимый для роста и развития растений. Рассматривая тепловой режим теплицы на данном этапе онтогенеза растений оптимальной, можно считать температуру внутри сооружения постоянной и тепловой баланс системы равным нулю. Такой режим поддерживается системой автоматического регулирования температуры в замкнутом пространстве сооружения теплицы. Тепловой баланс определяется взаимодействием тепловых потоков, связанных с приходом и расходом тепла. Приходящие составляющие теплового потока состоят из проникающей солнечной радиации, теплоотдачи отопительного оборудования и аккумулированной тепловой энергии. Расходные составляющие определяются теплопотерями через ограждение, вентиляцией и инфильтрацией воздуха. При наличии растений значительная доля энергии солнечной радиации расходуется на испарение влаги с листовой поверхности, часть тепла теряется при испарении почвенной влаги. Знакопеременные составляющие тепловых потоков связаны с теплообменом почвы и ограждениями при конденсации и испарении влаги.

Из всех возможных источников поступления тепловой энергии в теплицу самым дешевым является солнечная радиация. Тепловой поток солнечной энергии на земную поверхность составляет 0,25–1 кВт/м². Перспективным источником тепловой энергии является грунт, аккумулирующий солнечную энергию и подогреваемый изнутри от ядра Земли. Устройством для передачи тепловой энергии из грунта потребителю является тепловой насос. Необходимая энергия собирается теплообменником с глубины земли 3–4 метра и аккумулируется в носителе, который затем насосом подается в испаритель. В качестве такого переносчика энергии исполь-

зуется незамерзающая жидкость на основе этиленгликоля или пропиленгликоля, называемая хладагентом. Хладагент под давлением через капиллярное отверстие поступает в испаритель, где за счет резкого уменьшения давления происходит испарение. При этом хладагент отнимает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель, в свою очередь, отбирает тепло у земляного контура, и происходит его охлаждение. Компрессор засасывает из испарителя хладагент, сжимает его, температура хладагента повышается и выталкивает в конденсатор. В конденсаторе нагретый в результате сжатия хладагент отдает полученное тепло в отопительный контур и окончательно переходит в жидкое состояние. Далее процесс повторяется вновь. Таким образом, тепловой насос перекачивает низкотемпературную тепловую энергию грунта в относительно высокопотенциальное тепло для обогрева объекта. Примерно 2/3 отопительной энергии можно получить из грунта, воды, воздуха и только 1/3 энергии необходимо затратить для работы самого теплового насоса. Достоинство тепловых насосов: экономичность, повсеместность применения, экологичность, универсальность и безопасность. При использовании тепловых насосов следует учитывать следующие особенности. Во-первых, тепловой насос оправдывает себя только в хорошо утепленном помещении, с теплопотерями не более 100 Вт/м². Во-вторых, коэффициент преобразования тепла теплового насоса уменьшается с ростом разницы температур на входном и выходном контурах. Поэтому более выгодно подключение теплового насоса к низкотемпературным системам отопления. В-третьих, для достижения большей выгоды практикуется эксплуатация тепловых насосов в паре с дополнительным генератором тепла с использованием бивалентной схемы отопления [3]. На основе рассмотренной кольцевой бива-

лентной системы кондиционирования разработана кольцевая система управления тепловым режимом теплицы и аккумулятор тепла для снижения затрат на теплоснабжение.

На рисунке 1 представлен общий вид комплексной кольцевой теплонасосной системы для обогрева теплицы [1].

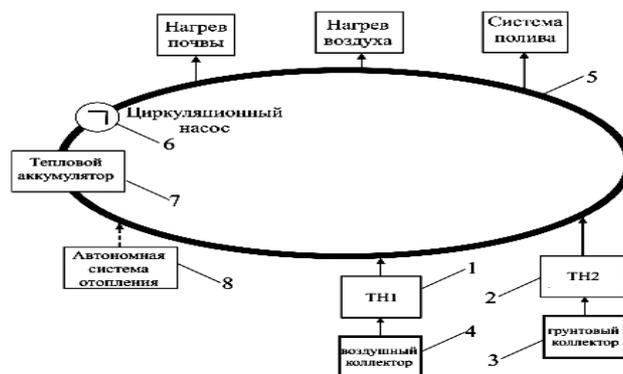


Рисунок 1 – Кольцевая теплонасосная система

В системе установлены два тепловых насоса ТН1 и ТН2. Тепловой насос ТН2 постоянно поставляет тепло в систему из грунтового коллектора, используя рассеянное тепло земных недр. Тепловой насос ТН1 использует перегретый воздух теплицы, отнимая тепло от ребристого воздушно-водяного коллектора и поставляя его в контур, состоящий из водяного циркуляционного насоса и аккумулятора тепловой энергии, за счет которого увеличивается накопление тепла и стабилизируется температура воды в контуре. Потребителями тепла являются воздух и почва в холодное время, а также система полива растений. В летнее время кольцевая система полностью берет на себя функцию отопления теплицы. В осенне-весеннее время при недостатке тепловой энергии возможно дополнительное использование традиционной автономной системы отопления.

Днем при повышении температуры воздуха в теплице выше 28 градусов тепловой насос ТН1 начинает охлаждать воздух в теплице перекачивая тепло в тепловой аккумулятор в виде горячей воды. Тепло в тепловом аккумуляторе может храниться продолжительное время, и при необходимости использоваться для обогрева или полива растений. При падении температуры воды в тепловом аккумуляторе ниже 30 градусов включается тепловой насос ТН2, перекачивающий тепло из грунта. При длительных заморозках, когда

тепла от тепловых насосов недостаточно, используется электронагреватель для догрева воды в аккумуляторе до необходимой температуры.

Аккумулятор тепла в данной системе используется для уменьшения затрат на теплоснабжение, за счет накопления излишков тепла, возникающих в дневное время в замкнутом пространстве теплицы и их использование при понижении температуры. Недостатками существующих систем аккумуляирования с использованием воды в качестве теплоносителя:

- не учитывается эффект стратификации (послойного изменения температуры воды в аккумуляторе тепла) при регулировании температуры используемой воды;
- нельзя получить горячую воду определенной температуры, так как изменение температуры воды в аккумуляторе инерциально и требует большого количества времени.

Задача разрабатываемой системы снизить затраты на теплоснабжение и создать систему аккумуляции тепла, позволяющую использовать излишки тепла, возникающие в дневное время, для обогрева при похолодании и приготовлении воды для полива растений в сооружениях защищенного грунта. Возникшие проблемы решаются использованием в аккумуляторе тепла смесителя разных температурных слоев и системы автоматического управления смесителем (рисунок 2) [2].

АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ

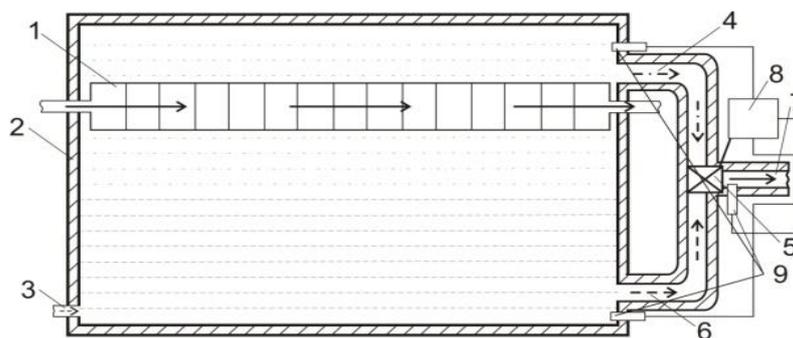


Рисунок 2 – Общий вид аккумулятора тепла

Аккумулятор тепла состоит из теплообменника 1, находящегося в верхней части бака накопителя 2. Труба 3 для поддержания необходимого уровня воды, прикрепленная к нижней части бака накопителя 2. Труба 4 подачи горячей воды в смеситель соединяет верхнюю часть бака накопителя 2 со смесителем 5. Труба 6 подачи холодной воды в смеситель соединяет нижнюю часть бака накопителя со смесителем 5. Труба 7 подачи воды от смесителя потребителям соединяет выход смесителя 5 с потребителями воды. Система автоматического управления смесителем 8 управляет смесителем 5 установленная на смесителе, получая информацию от датчиков температуры воды 9, установленных в верхней части бака накопителя 2, в нижней части бака накопителя 2 и в трубе подачи воды от смесителя потребителям 7.

При возникновении излишков тепла в сооружении защищенного грунта, оно подается в теплообменник 1, установленный в баке накопителя 2, наполненном водой. Теплообменник 1 передает тепло воде, в результате чего прогреваются верхние слои воды, а температура нижних слоев не изменяется из-за низкой теплопроводности воды. Так излишки тепла накапливаются и хранятся в аккумуляторе тепловой энергии. При похолодании теплая вода из бака накопителя 2 через смеситель 5 подается в систему отопления сооружения защищенного грунта. При поливе используется вода из бака накопителя, подаваемая с систему полива через смеситель. В обоих случаях смеситель 5 служит для получения воды необходимой температуры. Температура регулируется с помощью системы автоматического управления 8 смесителем. Вода необходимой температуры образуется смешиванием разных температурных слоев бака накопителя. Для восстановления уровня воды в баке накопи-

теля в нижнюю часть бака подается холодная вода 3.

Применение данного способа теплоснабжения теплицы не требует сложной системы автоматического управления и уменьшает затраты на нагрев воды за смешивания слоев воды разной температуры, легко осуществим в сельском хозяйстве.

Разработанный аккумулятор тепла отличается от существующих тем, что система оснащена смесителем, соединяющим трубами верхние и нижние температурные слои бака накопителя, позволяя получать теплоноситель необходимой температуры без энергозатрат на нагрев и охлаждение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель 80308 Российская Федерация, МПК А01 G9/24. Кольцевая система теплоснабжения теплицы/ Кожухов В.А., Семенов А.Ф.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО КрасГАУ. – № 2008117578/22; заявл. 2008.05.04; опубл. 2009.02.10.
2. Патент на полезную модель 80308 Российская Федерация, МПК А01 G9/24. Аккумулятор тепла / В.А. Кожухов, А.Ф. Семенов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО КрасГАУ. № 2009141685/22; заявл 2009.11.11; опубл. 2010.05.20.
3. Шабанов, В.Е. Кольцевая система кондиционирования воздуха в гостинице / В.Е. Шабанов. – АВОК, 2004. – № 7.

Кожухов В.А., к.т.н., доц., каф. «ТОЭ», Красноярский государственный аграрный университет, тел. 8(391) 247-29-76, E-mail: kojuhov@kgau.ru

Себин А.В., ассистент, каф. «ТОЭ», Красноярский государственный аграрный университет, тел. 8(391) 215-19-74, E-mail: Sebin_a@mail.ru;

Семенов А.Ф., ассистент, каф. «ТОЭ», Красноярский государственный аграрный университет, E-mail: sfsanya@mail.ru