N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES
ISSN 2224-526X
Volume 5, Number 23 (2014), 85 – 91

THE STUDY OF THE SOLAR WATER HEATER WITH VACUUM TUBE COLLECTOR

S. A. Keshuov[1], I. T. Aldibekov[2], M. T. Zhakisheva[3]

[1]Kazakh research Institute of mechanization and electrification of agriculture, Almaty, Kazakhstan,
[2]Almaty university of power engineering & telecommunications, Almaty, Kazakhstan,
[3]Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan

Key words: heat supply, energy efficiency, solar water hater, vacuum tube collector.

Abstract. The article describes the design of a solar water heater with vacuum tube collector, the results of its full-scale tests in the climatic conditions of the city of Almaty, its energy parameters and the expediency of year-round use in the southern regions of the country are define.

УДК 631.3:621.3.036.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ С ВАКУУМИРОВАННЫМ ТРУБЧАТЫМ КОЛЛЕКТОРОМ

С. А. Кешуов[1], И. Т. Алдибеков[2], М. Т. Жакишева[3]

[1]Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Алматы, Казахстан,
[2]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,
[3]Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: теплообеспечение, энергосбережение, солнечный водонагреватель, вакуумированный трубчатый коллектор.

Аннотация. В статье описана конструкция солнечного водонагревателя с вакуумированным трубчатым коллектором, приведены результаты его натурных испытаний в климатических условиях г. Алматы, определены энергетические и параметры и обоснована целесообразность круглогодичного использования в южных регионах республики.

Введение. В настоящее время интенсификация животноводческой отрасли требует решения комплекса сложных задач, к числу которых относится теплообеспечениемолочных ферм.

При существующих технологиях и системах машин в молочном скотоводстве на получение центнера молока затрачивается 32–35 кВт·ч электрической энергии и 8–10 кг топлива, что выше в 2,5–3,5 раза, чем в молочных хозяйствах США и других ведущих зарубежных странах. В то же время в известных системах теплообеспечения не уделяется должного внимания вовлечению в энергобаланс молочных ферм энергии Солнца.

Казахстан относится к государствам с благоприятными условиями для развития солнечной энергетики. В южных областях республики годовая длительность солнечного света составляет 2200–3000 часов в год, а средняя за год пиковая мощность доходит до 1200 Вт/м^2.

Поэтому разработка и ускоренное внедрение энергосберегающей технологии теплообеспечения на базе инновационных технических средств с использованием возобновляемых источников энергии и снижение на ее основе энергоемкости животноводческой продукции является актуальной [1].

В КазНИИМЭСХ разработана гелиоэлектрическая тепловая установка, предназначенная для паро- и горячего водоснабжения и отопления молочных блоков животноводческих ферм и содержащая солнечный водонагреватель.

Материалы и методы. На рисунке 1 показана теплотехническая схема солнечного водонагревателя, а на рисунке 2 – общие виды его основных конструктивных элементов.

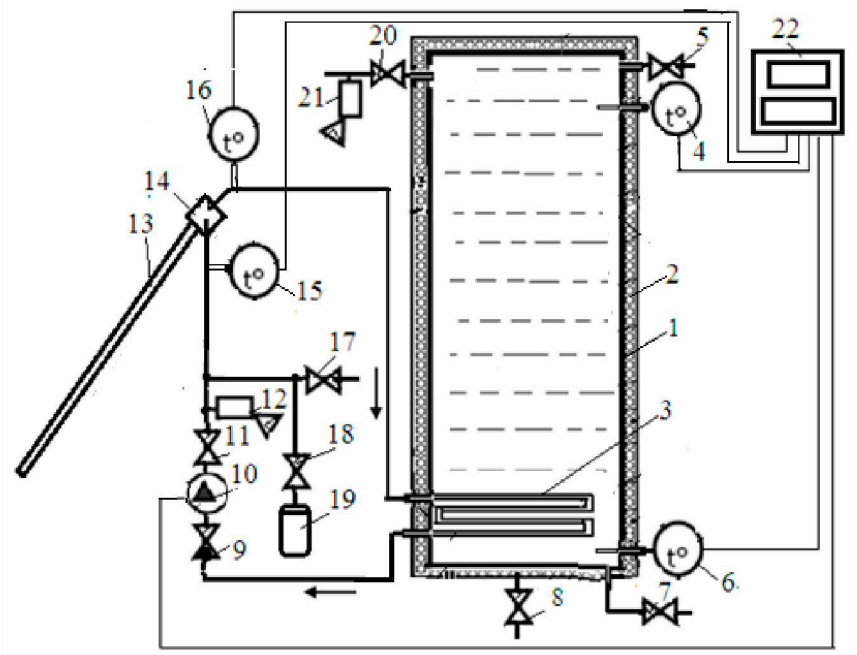

Рисунок 1 – Теплотехническая схема солнечного водонагревателя: 1 – накопительный бак; 2 – теплоизоляция бака; 3 – теплообменник; 4, 6 – датчики для измерения температуры воды в верхней и нижней частях бака, соответственно; 5, 7 – вентили для подключения бака к электрическому котлу; 8, 20 – вентили для подачи холодной воды и отбора горячей воды, соответственно; 9 – обратный клапан; 10 – циркуляционный насос; 11, 17, 18 – вентили солнечного контура; 12, 21 – предохранительные клапана; 13 – гелиоколлектор; 14 – коллекторный бачок; 15, 16 – датчики для измерения температуры теплоносителя на входе и выходе гелиоколлектора соответственно; 19 – расширительный мембранный бачок; 22 – щит управления с индикацией температур

а б

Рисунок 2 – Основные конструктивные элементы солнечного водонагревателя: а – гелиоколлектор; б – накопительный бак и щит управления

Солнечный водонагреватель состоит из гелиоколлектора, содержащего 70 вакуумированных колб с тепловой трубкой, теплоизолированный накопительный бак вместимостью 500 л, циркуляционный насос, соединительных труб и защитно-регулирующих арматур, контрольно-измерительных приборов и щит управления с индикацией температур.

Использование вакуумированных трубчатых солнечных коллекторов обусловлено их основными преимуществами: возможность работы при значительных отрицательных температурах наружного воздуха и пасмурной погоде,поглощение солнечной радиации в течение дня, благодаря цилиндрической форме вакуумной трубки, а также низкий коэффициент тепловых потерь вакуумированных колб [2].

Стандартная вакуумированная колба имеет следующие характеристики: длина – 1800 мм, наружные диаметры внешней и внутренней стеклянных труб – 58 мм и 48 мм соответственно; степень поглощения – > 91 %; средний коэффициент тепловых потерь – □≤ 0,6 Вт/м^2·°С [2].

Солнечный водонагреватель работает следующим образом. Солнце нагревает теплоноситель в гелиоколлекторе. Когда температура на термодатчике 16 коллектора превысит температуру в термодатчике 6 накопительного бака 1 на настроенную величину (3–5 градусов), система управления включает циркуляционный насос 10. Нагретый теплоноситель от выхода коллектора по трубам проходит на вход теплообменника 3. Теплоноситель, передав тепло через теплообменник 3 технологической воде в баке 1, из выхода теплообменника 3 циркуляционным насосом 10 на вход коллектора. После того, как температура на двух термодатчиках сравняется, насос выключается.

Если температура технологической воды в конце светового дня ниже заданной, то бак подключают через вентили 5 и 7 к электрическому котлу (на рисунке не показан).

Поскольку технологическая вода в баке используется преимущественно во время вечерней дойки, то ее нагрев гелиоколлектором осуществляется практически в течение светового дня.

Гелиоколлектор установлен на открытой площадке, с углом наклона к горизонту 45°. Рабочая поверхность направлена на юг. Выбранное место в течение светового дня не затеняется окружающими предметами.

Все трубы, находящиеся вне помещений, для снижения потерь тепла покрыты теплоизоляцией. Термодатчики устанавливаются к присоединительным местам с применением термопасты.

Целью натурных испытаний солнечного водонагревателя является определение его основных теплоэнергетических характеристик в климатических условиях г. Алматы.

Во время опытов измерялись плотность солнечной радиации, начальная температура нагреваемой воды; температура воды в верхней инижней частях бака, температура теплоносителя на входе гелиоколлектора и на выходе из него; продолжительность нагрева воды, температура воздуха в помещении, температура наружного воздуха, скорость ветра, расход электроэнергии на работу насоса. Измерения и испытания проводились в соответствии с методиками, приведенными в [3–5].

Важным энергетическим параметром солнечного водонагревателя является его к.п.д. Его расчетное значение $\eta_{с.в}$ определяют как произведение к.п.д. составных элементов установки:

$$\eta_{с.в} = \eta_{гк}\eta_{тр}\eta_{б}, \quad (1)$$

где $\eta_{гк}$ – к.п.д. гелиоколлектора; $\eta_{тр}$ – к.п.д. трубопроводов, соединяющих гелиоколлектор с накопительным баком; $\eta_{б}$ – к.п.д. накопительного бака.

Значения $\eta_{тр}$ и $\eta_{б}$ обычно находится в пределах 0,9–0,95.

К.п.д. $\eta_{гк}$ гелиоколлектора изменяет свое значение в течение дня и в течение года, в зависимости от температуры коллектора и температуры окружающей среды, а также от величины падающего излучения. Расчетное значение $\eta_{гк}$ определяют по формуле, приведенной в [5].

Определение к.п.д. солнечного водонагревателя путем натурных испытаний в реальных условиях дает более объективную картину теплообменных процессов, происходящих в установке. При этом к.п.д. установки определяется по формуле:

$$\eta_{с.в} = \frac{Q_{пол}}{Q_{сол}+W_{э}}, \quad (2)$$

где $Q_{пол}$ – полезная энергия, затраченная нагрев воды, кВт·ч; $Q_{сол}$ – солнечная энергия, поступающая на поверхность гелиоколлектора, кВт·ч; $W_э$ – электроэнергия, затраченная на работу насоса, кВт·ч.