

5. Мазаев Л.Р. Метод расчета и проектирования солнечной теплицы для региона Сибири. Автореферат диссертации на соискание научной степени кандидата технических наук, Барнаул, 2010.

6. Атыханов А.Қ., Касымбаев Б.М., Юсупов Ж. Е. Көпсалалы гелиокептіргіш-жылыжайдың тиімділігі. «Ізденістер, нәтижелер» журналы. №4.2012 ж. 152-155 б.

Қасымбаев Б.М., Атыханов А.Қ., Қалым Қ.

ҰЯЛЫ ПОЛИКАРБОНАТТЫҢ ЖЫЛУ ӨТКІЗГІШТІК ҚАСИЕТІ

Мақалада жылытудың, жарық берудің гелиокептіргіш-жылыжай конструкциясын жасаудағы үнемді және тиімді көздері қаралған. ҚазҰАУ-дың Алматы облысы Еңбекшіқазақ ауданындағы «Саймасай» оқу-тәжірибе шаруашылығында эксперименттік қондырғыға тәжірибе жүргізілді. Мұнда жарық өткізгіштігі және жылу сақтағыштығы жоғары материал полимер-полигальды пайдалану тиімді болып табылады.

Кілт сөздер: гелиокептіргіш-жылыжай, модульді каркас, инновациялық технология, күн сәулесінің шоғыры, полигаль, жылу сақтау, ұялы поликарбонат.

B.M. Kassymbayev, A.K. Atihanov, K. Kalym

HEAT-INSULATING PROPERTIES OF CELLULAR POLYCARBONATE

This article discusses effective, traditional and renewables energy sources for heating, lighting on improvement of a design of the heliodryer-greenhouses.

The experimental equipment has been tested in the educational-industrial economy KazNAU "Saymasay" of Yenbekshikazakh district of Almaty region.

Efficiency of the equipment defined by the low losses of heat due to the use of a new transparent polymer-polygala having a porous structure in which there is air, being a reliable heat insulator.

Key words: heliodryer -greenhouse, modular framework, innovative technology, sun stream, polygal, heatpreservation, cellular polycarbonate.

УДК 631.3:621.3.036.5

Кешуов С.А., Алдибеков*И.Т., Хасанов А.Р.

(Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Алматы)

**(Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы)*

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПАРОВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ С ДВУМЯ ВСТРОЕННЫМИ ТЕПЛООБМЕННИКАМИ

Аннотация

В статье приведена конструкция пароводонагревателя с двумя встроенными теплообменником и результаты экспериментальных исследований его работы в различных режимах.

Ключевые слова: молочная ферма, теплоснабжение, пароснабжение, горячее водоснабжение, пароводонагреватель, теплообменник, электродная система.

Введение

Производство молока связано с потреблением значительного количества тепловой энергии, которая используется для создания требуемого микроклимата в животноводческих помещениях, нагрева воды и получения пара на технологические нужды.

Существующие системы децентрализованного электротепло обеспечения молочных блоков ферм предусматривают использование нескольких автономно работающих электронагревательных установок разных типов, каждая из которых выполняет определенный тепловой процесс.

Общая установленная мощность системы определяется суммированием мощностей всех электротепловых установок. Коэффициент загрузки и коэффициент использования большинства из этих установок очень низки (0,2...0,5), что снижает эффективность использования вложенных капитальных затрат на приобретение теплогенерирующего оборудования. Особенно сравнительно высокие затраты на теплоснабжение обуславливают низкую рентабельность при небольшом объеме производства молока, как это имеет место в малых молочных фермах и фермерских хозяйствах [1].

Известно, что график потребления пара и горячей воды на животноводческих фермах и комплексах имеет выраженный неравномерный характер. Именно специфический характер потребления теплоносителей и необходимость повышения эффективности работы теплогенерирующих установок в условиях сельскохозяйственного производства послужили основанием для разработки комбинированных электротепловых установок (пароводонагревателей), предназначенных для получения пара низкого давления и горячей воды в одном устройстве.

Существует ряд предпосылок и условий для использования пароводонагревателей на молочных фермах:

- сравнительно высокая степень концентрации различных тепловых процессов в молочном блоке со сравнительно небольшой площадью (до 100 м²), что обуславливает возможность и целесообразность использования централизованной системы на базе одной теплогенерирующей установки;
- наличие определенной временной последовательности выполнения тепловых процессов в молочном блоке в течение суток, что создает условия для поочередного использования одного и того же генератора теплоты для разных тепловых процессов;

Суточные режимы работы пароводонагревателей должны быть настроены на обеспечение технологических процессов горячей водой и паром в соответствии с суточным графиком их потребления, а также создание требуемого температурного режима в молочном блоке в зимний период.

В молочном блоке горячая вода в основном расходуется во время утренней и вечерней доек коров, а пар используется утром или вечером, после мытья молочного оборудования. При этом для генерации пара пароводонагреватель работает по свободному графику согласно режиму потребления, а для приготовления горячей воды используются периоды технологических пауз потребления пара.

Анализ конструкций и режимов работы известных пароводонагревателей показывает, что в одних установках их теплогенерирующие устройства могут работать поочередно как парогенератор, так и как водонагреватель [1,2]. При этом переход теплогенерирующего устройства с одного режима на другой обеспечивается отключением от него одного контура с соответствующими техническими средствами, например, для нагрева воды, и подключением другого контура с необходимыми средствами для

получения пара. Такая переналадка гидравлической схемы установки и выход установки на новый номинальный режим работы требуют определенных затрат времени и квалифицированного труда.

В других пароводонагревателях их теплогенерирующие устройства (электродные парогенераторы) работают только в режиме генерации пара. При этом горячую воду получают либо смешиванием поступающего от парогенератора пара и холодной воды в специально предусмотренном нагревателе струйного типа [3], либо нагревают воду в специальном бойлере путем подачи пара в его пароводяной теплообменник [4].

Анализ показывает, что вышеперечисленные пароводонагреватели отвечают в полной мере современным требованиям, предъявляемым к системам и техническим средствам электротеплообеспечения сельскохозяйственного производства.

В связи с этим определенный научный и практический интерес могут представлять работы, проводимые в КазНИИМЭСХ и направленные на совершенствование конструкции пароводонагревателей в плане расширения их функциональных возможностей и обоснования оптимальных режимов работы.

Материалы и методы

Нами разработан пароводонагреватель на базе электродного парогенератора с двумя встроенными теплообменниками [5]. На рисунке 1 показаны его основные конструктивные элементы и схема подключения к баку-аккумулятору горячей воды и радиаторам системы отопления. Общие виды пароводонагревателя и его основных конструктивных элементов показаны на рисунке 2.

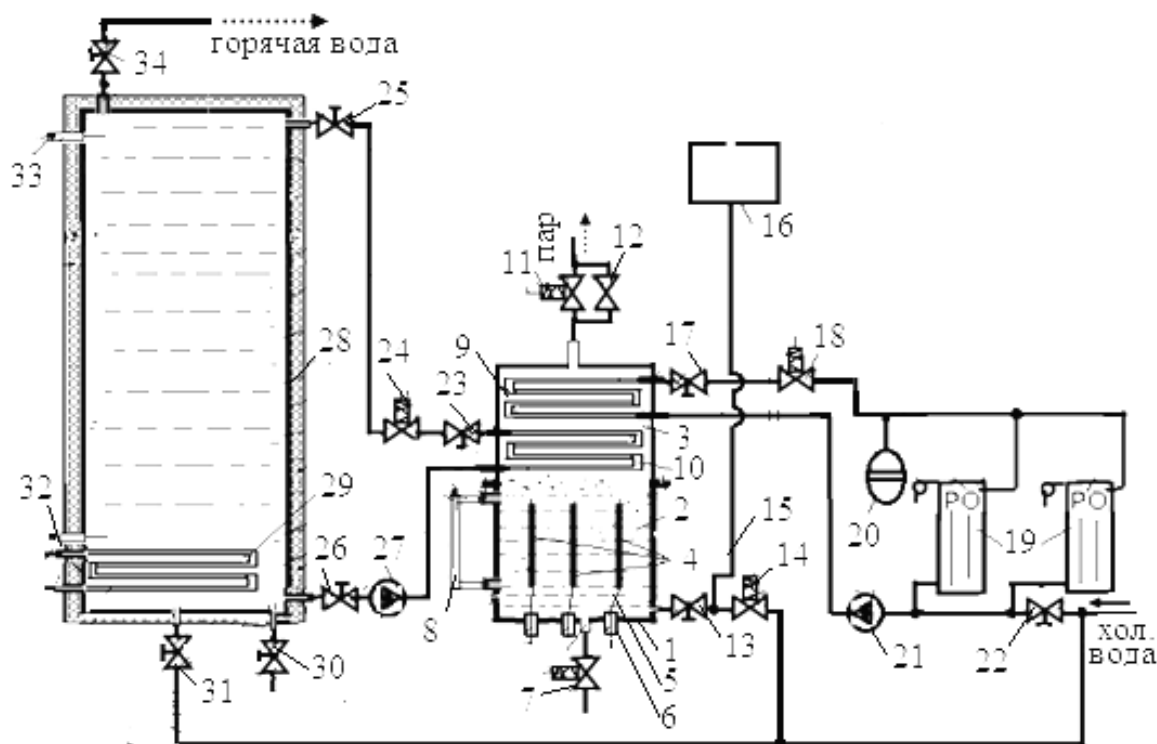
Он содержит цилиндрический корпус 1 с водогрейным и паровым пространствами 2 и 3. В водогрейном пространстве установлены электроды 4 с токовводами 5, закрепленными на днище корпуса с помощью проходных изоляторов 6. В паровом пространстве 3 установлены два спиралевидных пароводяных теплообменника 9 и 10. Предусмотрены датчики 8 контроля нижнего и верхнего уровней котловой воды и вытеснительный бачок 16 с трубой 15, соединенной через вентиль 13 с нижней частью корпуса 1. Электромагнитные клапаны 7, 11 и 14 предназначены соответственно для продувки засоленной котловой воды, отбора пара и подвода питательной воды.

Первый теплообменник (ТО1) 10 с большей поверхностью теплообмена подключен к баку-аккумулятору (БА) системы горячего водоснабжения 28, а второй теплообменник (ТО2) с меньшей поверхностью – к радиаторам (РО) системы отопления. Для обеспечения циркуляции воды в контурах теплообменников предусмотрены насосы 21 и 27. Технологическая вода в БА при прохождении через ТО1 нагревается за счет теплового потока, передаваемого от пара при его конденсации на наружной поверхности теплообменника 10. Поскольку ТО1 находится в верхней части корпуса пароводонагревателя, образовавшийся конденсат стекает непосредственно в котловую воду, что повышает надежность работы установки.

Благодаря новой конструкции пароводонагреватель может работать в следующих режимах:

- пароснабжение технологических процессов, предусматривающих непосредственное использование пара, при этом отбор пара осуществляется через электромагнитный клапан 11, а насосы 21, 27 отключены и электромагнитные клапаны 18, 24 закрыты;
- теплоснабжение системы горячего водоснабжения, при этом электромагнитные клапаны 11, 18 закрыты, насос 21 отключен, насос 27 включен, электромагнитный клапан 24 открыт;
- теплоснабжение системы отопления, при этом электромагнитные клапаны 11, 24 закрыты, насос 27 отключен, насос 21 включен, электромагнитный клапан 18 открыт;

- одновременное теплоснабжение систем горячего водоснабжения и отопления, при этом электромагнитный клапан 11 закрыт, насосы 21, 27 включены, электромагнитные клапаны 18, 24 открыты.



1 - корпус; 2 – водогрейное пространство корпуса; 3 – паровое пространство корпуса; 4 - электроды; 5-токоввод; 6 – проходной изолятор; 7 – электромагнитный клапан для продувки; 8 – датчик контроля нижнего и верхнего уровней котловой воды; 9, 10 - встроенные теплообменники; 11 - электромагнитный клапан для отбора пара; 12, 13, 17, 22, 23, 25, 26, 30, 31, 34 – вентили; 14, 18, 24 – электромагнитные клапаны; 15 - вытеснительная труба; 16 – вытеснительный бачок; 19 – радиаторы отопления; 20 – расширительный бачок; 21, 27 – циркуляционные насосы; 28 - теплоизолированный бак-аккумулятор горячей воды; 32, 33 – термодатчики;

Рисунок 1 – Конструкция пароводонагревателя и схема его подключения к баку-аккумулятору и радиаторам системы отопления



а)



б)



в)

а) – общий вид пароводонагревателя; б) – общий вид электродной системы;
в) – общий вид спиралевидных теплообменников.

Рисунок 2 - Общие виды пароводонагревателя и его основных конструктивных элементов

Трехфазная электродная система состоит из шести углообразных пластинчатых электродов, изогнутых под углом 60° и соединенных по схеме «звезда» (рисунок 2 б). Она выполнена с переменным межэлектродным расстоянием, причем, расстояние между электродами на уровне их верхних торцов составляет 20 мм, а на уровне нижних торцов – 80 мм. Высота электрода – 260 мм.

Пароводяные теплообменники выполнены в виде спирали и изготовлены из медной трубы условным диаметром 19 мм. Площадь поверхности теплообмена первого теплообменника (ТО1) составляет $0,4 \text{ м}^2$, а второго (ТО2) – $0,235 \text{ м}^2$.

Во время экспериментов измерялись линейные токи и напряжения, мощность, расход электроэнергии, температура водывнижней и верхней частях БА, температура и давление пара, продолжительность нагрева технологической воды, расход подпиточной воды, удельное электрическое сопротивление и уровень котловой воды, которые в дальнейшем использовались для определения технических параметров установки.

Измерения электрических и теплотехнических величин проводились в соответствии с методиками, приведенными в [6,7].

Результаты и обсуждение

На рисунке 3 показана динамика изменения мощности в переходном и установившемся режимах работы парогенератора.

Полученные данные показывают, что время переходного процесса составляет 8 мин., в течение которого мощность возрастает от начального значения 9,9 кВт до установившегося значения 25 кВт. Температура котловой воды возрастает от 21 до 96 °С, и после чего начинается интенсивное парообразование. При этом паропроизводительность установки составляет до 33 кг/ч.

Из рисунка 4 следует, что для поддержания мощности пароводонагревателя на заданном (номинальном) значении при уменьшении удельного сопротивления котловой воды в процессе работы от 26 Ом·м до 6,5 Ом·м необходимо постепенно уменьшать высоту активной части электродов от 29 см до 14 см путем понижения уровня котловой воды. Анализ экспериментальных данных показывает, что при удельном сопротивлении подпиточной воды более 50 Ом·м установка работает непрерывно в режиме пароснабжения не менее 8 часов без продувки котловой воды.

На рисунке 5 представлена динамика изменения температуры воды в верхней и нижней частях бака-аккумулятора, на входе и выходе ТО2 с меньшей поверхностью теплообмена, а также мощности пароводонагревателя. Как видно рисунка 5, в течение периода нагрева мощность снижается от максимального значения 24,9 кВт до 8,7 кВт. Причем, характер изменения мощности таков, что резкое ее снижение в определенном промежутке времени чередуются с ее постоянством в следующем промежутке времени. Такой же характер имеют графики температур, но резкое повышение в определенном промежутке времени чередуются с ее постоянством в следующем промежутке времени. Это объясняется тем, что в результате принудительной циркуляции весь объем воды, находящейся в БА, несколько раз проходит через теплообменник. Когда первый раз проходит весь объем воды, она нагревается до определенной температуры, отличающейся от первоначальной. Поэтому, когда второй раз этот же объем воды проходит через теплообменник ТО2, то туда поступает вода уже с повышенной температурой. Это вызывает резкое снижение мощности, а затем ее стабилизацию на более низком уровне в течение времени, пока данный объем воды полностью не пройдет через теплообменник.

Анализ данных показывает, что при использовании ТО2 с меньшей поверхностью теплообмена продолжительность (τ) нагрева воды в БА от 20 °С до 82 °С составляет $\tau=115$ мин (1,92 ч), средняя мощность $P_{cp}=19,6$ кВт, к.п.д $\eta=0,97$.

На рисунке 6 представлена динамика изменения температур и мощности при использовании ТО1 с большей поверхностью теплообмена для нагрева воды в БА. Характеристики изменения мощности и температур такие же, как в предыдущем случае. Продолжительность нагрева воды в БА от 23 °С до 82 °С составляет $\tau=105$ мин (1,75 ч), средняя мощность $P_{cp}=20,2$ кВт, к.п.д $\eta=0,97$.

На рисунке 7 показана динамика изменения температур воды в двух баках-аккумуляторах (БА1 и БА2) одинаковой вместимости при одновременной работе двух теплообменников (ТО1 и ТО2) и одинаковых расходах (в среднем 12 л/мин) циркулируемых в контурах вод. Причем, первый бак-аккумулятор (БА1) подключен к ТО1 с большей поверхностью теплообмена, а другой (БА2) – к ТО2 с меньшей поверхностью теплообмена.

Анализ показывает, что при одновременной работе теплообменников продолжительность нагрева воды в БА1 и БА2 от 20 °С до 80 °С составляет $\tau=180$ мин (3 ч) и $\tau=240$ мин (4 ч) соответственно.

Динамика изменения степеней нагрева воды в соответствующих теплообменниках и потребляемой ими мощности, а также общей мощности показана на рисунке 8. Как видно

из графиков, в течение первого часа примерно 2/3 общей мощности потребляется ТО1 с большей поверхностью теплообмена, а 1/3 – ТО2 с меньшей поверхностью теплообмена.

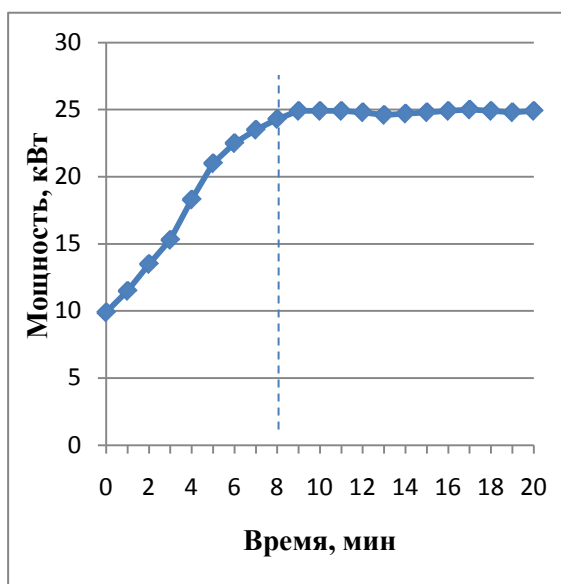
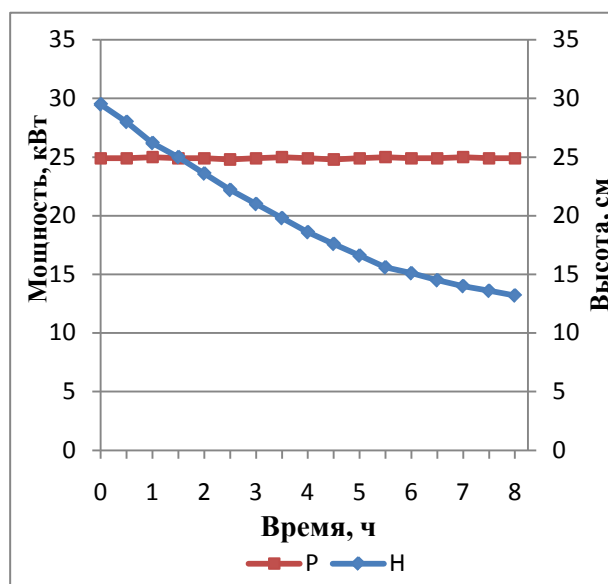
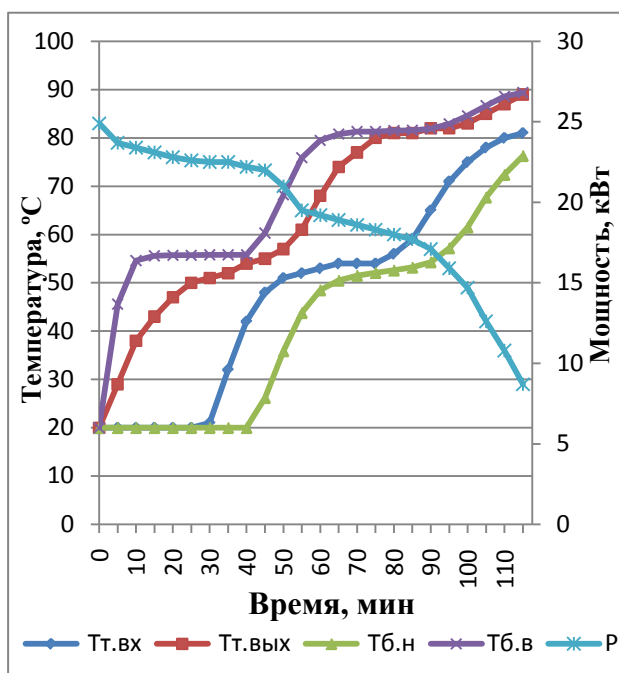


Рисунок 3 - Динамика изменения мощности пароводонагревателя в переходном и установившемся режимах



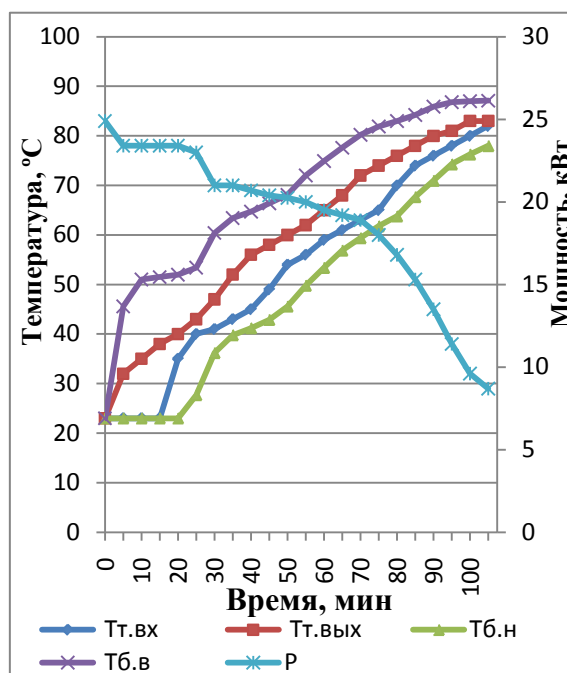
P – мощность пароводонагревателя;
 H – высота активной части электродов.

Рисунок 4 - Динамика изменения высоты активной части электродов при стабилизации мощности пароводонагревателя



$T_{т.вх}$ – температура на входе ТО2;
 $T_{т.вых}$ – температура на выходе ТО2;
 $T_{б.н}$ – температура воды в нижней части БА;
 $T_{б.в}$ – температура воды в верхней части БА;
 P – мощность пароводонагревателя.

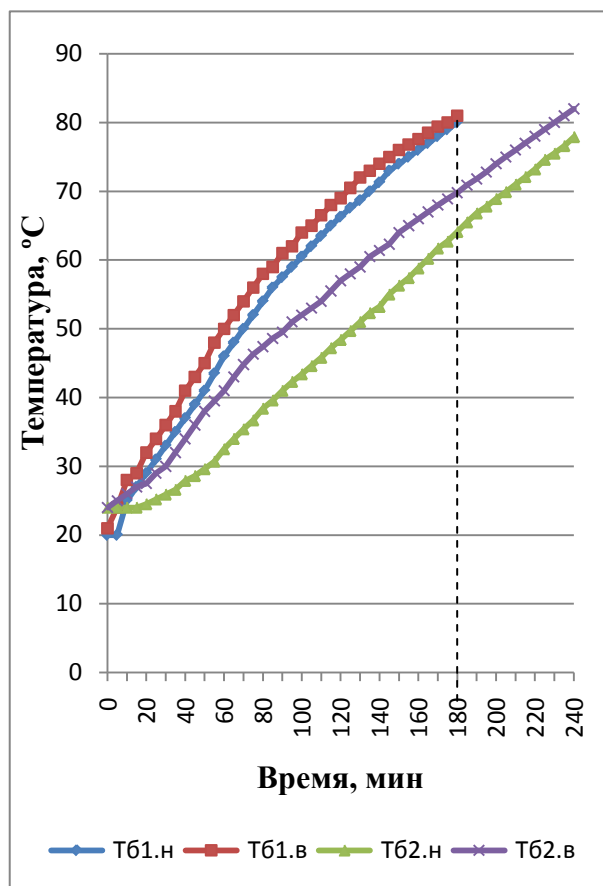
Рисунок 5 - Динамика изменения температур воды в БА и ТО2 и мощности



$T_{т.вх}$ – температура на входе ТО1;
 $T_{т.вых}$ – температура на выходе ТО1;
 $T_{б.н}$ – температура в нижней части БА;
 $T_{б.в}$ – температура в верхней части БА;
 P – мощность пароводонагревателя.

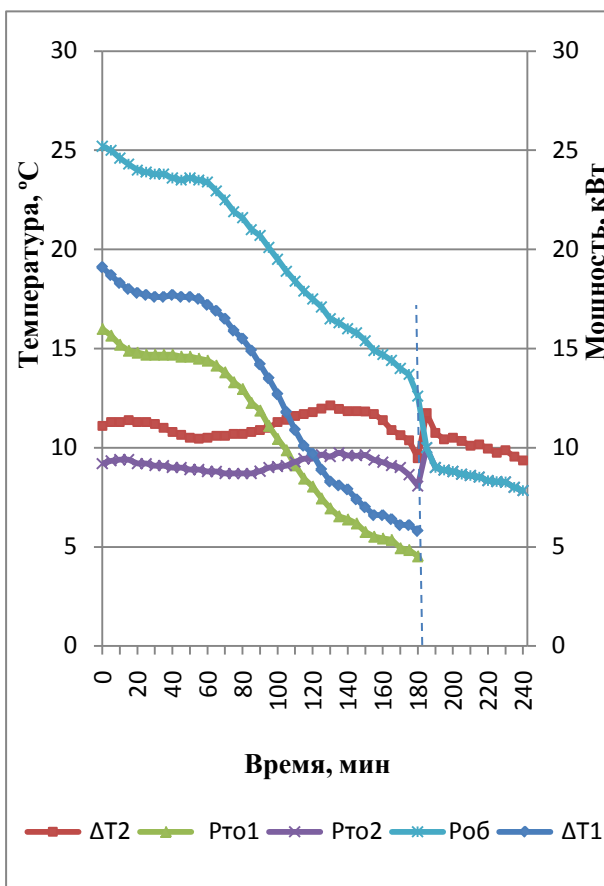
Рисунок 6 - Динамика изменения температур воды в БА и ТО1 и мощности

При этом степень нагрева воды в ТО1 колеблется около 17,5 °С, а в ТО2 – 10,8 °С. В течение второго часа, когда в ТО1 начинает поступать нагретая в предыдущем часу и достигшая в нижнюю часть БА1 вода с сравнительно более высокой температурой, температурный напор между паром и нагреваемой водой неуклонно уменьшается. Это обуславливает снижение мощности ТО1и в конце второго часа она становится меньше мощности ТО2. В конце третьего часа, когда температура воды в БА1 достигнет заданного значения (80 °С), циркуляционный насос отключается и нагрев воды в БА1 прекращается. При этом наблюдаются незначительные колебания мощности ТО2, связанные с уменьшением степенью нагрева воды в нем и мощности ТО1.



$T_{61.н}$ – температура воды в нижней части БА1;
 $T_{61.в}$ – температура воды в верхней части БА1;
 $T_{62.н}$ – температура воды в нижней части БА2
 $T_{62.в}$ – температура воды в верхней части БА2

Рисунок 7–Динамика изменения температуры воды в баках-аккумуляторах при одновременной работе теплообменников



$\Delta T1$ – степень нагрева воды в ТО1;
 $\Delta T2$ – степень нагрева воды в ТО2;
 $P_{то1}$ – мощность, передаваемая ТО1;
 $P_{то2}$ – мощность, передаваемая ТО2;
 $P_{об}$ – общая мощность.

Рисунок 8 – Динамика изменения мощностей теплообменников и степеней нагрева воды в них

Выводы

Предложенная новая конструкция пароводонагревателя, содержащая двастроенных теплообменника, расширяет функциональные возможности установки. Результаты экспериментальных исследований показали, что в зависимости от технологических нуждпароводонагреватель обеспечивает получение пара и горячую воду, а также отопление помещений. Применение пароводонагревателя позволяет снизить капитальные затраты и эксплуатационные издержки до 30%.

Литература

1. Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А., Минчин Ю.В. Электропароводонагреватель ЭПВ-30 // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 1997.- №10 - С. 17-18
2. Лосянович А.В. Результаты испытаний электрического пароводонагревателя электродного типа // Научно-технический бюллетень по электрификации сельского хозяйства, вып.2 (63). - М.: ВИЭСХ, 1988. - С. 32-38.
3. Баранов Л.А. Новые электронагревательные устройства для животноводства Казахстана. – Алматы: КазНИИТИ, 1993. –77 с.
4. Сестричко Б.С., Слушкин П.Н., Сербин В. Электродный паровой котел типа ЭКП-1 // Техника в сельском хозяйстве. – М., 1975. - №1. - С. 39-40.
5. Инновационный патент №27944, Республика Казахстан. МПКF22B1/30 Электродный парогенератор./Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Барков В.И., Хасанов А.Р. Патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» - № 2013/0642.1. заявл. 15.05.2013. опубл. 25.12.2013, бюл. №12.
6. Тепло и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Под. ред. Виленского В.Д. – М: Энергоиздат. 1982.-504с.
7. Кравцов А.В., Рыбинский Ю.В. Электрические измерения. М.: Колос, 1979, 351 с.

Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Хасанов А.Р.

ІШКЕ ОРНАТЫЛҒАН ЕКІ ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШЫ БАР БУ-СУ ҚЫЗДЫРҒЫШТЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН НЕГІЗДЕУ

Мақалада ішке орнатылған екі жылуалмастырғышы бар бу-су қыздырғышының конструкциясы сипатталған және оның жұмыс режимдерін тәжірибелік зерттеу нәтижелері келтірілген.

Кілт сөздер: сүт фермалары, жылумен қамтамасыз ету, бумен қамтамасыз ету, ыстық сумен қамтамасыз ету, жылуалмастырғыш, бу-су қыздырғыш, электродты жүйе.

S.A. Keshuov, I.T.Aldibekov, A.R. Khazanov

RATIONALIZATION OF OPERATING MODES OF STEAM-WATER HEATER WITH TWO INTEGRATED HEAT EXCHANGER

The article describes the design of the steam-water heater with two built-in heat exchanger and the results of experimental studies of different modes of operation.

Key words: dairy farms, heating, steam supply, hot water supply, heat exchanger, steam-water heater, electrode system.