

Данные от контроллера пылепитателя отправлялись по RS-232 в контроллер, который, получая их, при помощи библиотеки интерпретировал и отправлял в SCADA-систему с последующим логированием в СУБД.

Заключение

Разработанные технические решения по автоматизации газификатора позволили управлять технологическим процессом конверсии твердого топлива. Для повышения точности и качества процесса регулирования возможна установка газоанализатора на выходе установки.

Исследование выполнено в при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-31449 мол_а.

Список литературы

1. Гайнутдинов К. Подключение модулей ввода/вывода MBA8, MBY8, МДВВ к ПЛК по протоколу ОВЕН // Автоматизация и производство. 2008. № 2. С. 6–9.
2. Trace Mode. AdAstrA. SCADA система [Электронный ресурс]. URL: <http://www.adastra.ru/products/dev/scada> (дата обращения: 30.09.2014).

УДК 621.65

Никитин А. Д., Стариков Е. В.
Уральский федеральный университет,
studentshurik@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ С ЖИДКОПОРШНЕВЫМ ПУЗЫРЬКОВЫМ НАСОСОМ

Для работы жидкопоршневого пузырькового насоса в качестве циркуляционного насоса, применяемого в системе охлаждения, используется тепловая энергия охлаждаемой среды. Такая система охлаждения не зависит от внешних источников энергии, следовательно, она обладает высокой надежностью и способствует повышению энергоэффективности.

Система охлаждения представляет собой U-образный контур. К верхней части контура присоединен жидкопоршневой пузырьковый насос, состоящий из рабочего канала, тройника, впускного и выпускного обратных клапанов. Рабочий канал насоса состоит из испарителя, выполненного из материала с высокой теплопроводностью, и конденсатора, сделанного из материала с более низкой теплопроводностью. Испаритель насоса полностью погружен в охлаждаемую среду.

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки для исследования системы охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом.

В качестве охлаждаемой и охлаждающей сред при испытаниях использовалась вода. Емкости для воды 6 и 7 покрывались тепловой изоляцией. В качестве рабочей жидкости в системе охлаждения использовался ацетон (температура кипения ацетона при атмосферном давлении составляет 56,1 °С [1]).

Испаритель насоса экспериментальной установки выполнен из медной трубки длиной 90 мм и внутренним диаметром 13 мм. Конденсатор насоса сделан из стеклянной трубки длиной 420 мм и внутренним диаметром 12 мм. Конденсатор охлаждался с помощью воздуха (за счет естественной конвекции). Разница между уровнями охлаждаемой и охлаждающей воды составляла 90 мм.

Принцип действия системы охлаждения следующий. При подводе теплоты от охлаждаемой среды к рабочей жидкости в испарителе насоса происходит образование крупного пузыря пара. При этом давление в рабочем канале насоса повышается, и часть жидкости, равная объему пузыря, выталкивается через выпускной обратный клапан 3 в компенсатор 4. Так как система охлаждения представляет собой U-образный контур, то уровень жидкости в компенсаторах 4 и 5 уравнивается под действием силы тяжести.

Поэтому часть жидкости, равная половине вытолкнутой порции, перетекает в компенсатор 5. При этом жидкость, нагретая в насосе, проходит через емкость с охлаждающей средой 7, где происходит теплообмен и снижение температуры рабочей жидкости.

Паровой пузырь, образовавшийся в испарителе насоса, вследствие разницы плотностей между жидкой и паровой фазами всплывает в конденсатор насоса, где происходит передача теплоты $q_{2н}$ через стенки стеклянной трубки окружающему воздуху, и пузырь начинает конденсироваться. При этом давление в рабочем канале насоса снижается, и через впускной обратный клапан 2 начинает всасываться рабочая жидкость с низкой температурой (после теплообмена с охлаждающей средой). При всасывании рабочей жидкости часть ее, равная половине всасываемой порции, проходит через емкость с охлаждающей средой 7 и охлаждается. В результате теплообмена с пузырем пара температура рабочей жидкости увеличивается.

Таким образом, в экспериментальной установке теплота конденсации парового пузыря, полученная от охлаждаемой среды, распределяется между рабочей жидкостью и окружающей средой (воздухом). Теплота, переданная рабочей жидкости, вследствие циркуляции жидкости передается охлаждающей среде.

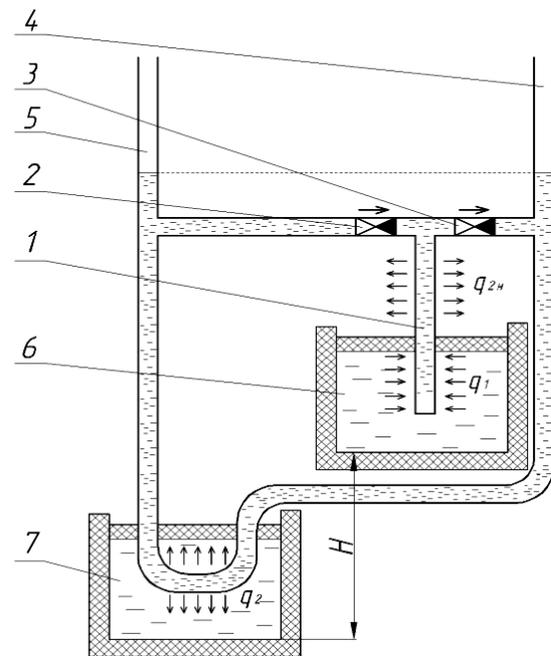


Рис. 1. Система охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом: H – разница высот между охлаждаемой и охлаждающей средами; 1 – рабочий канал насоса; 2 – впускной обратный клапан; 3 – выпускной обратный клапан; 4 и 5 – компенсаторы; 6 – емкость с охлаждаемой средой; 7 – емкость с охлаждающей средой

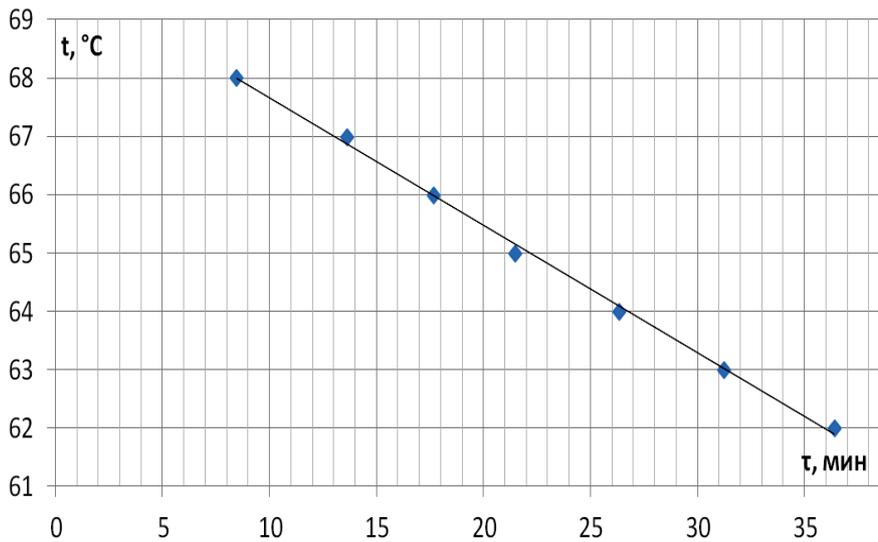


Рис. 2. Зависимость температуры охлаждаемой жидкости от времени

При испытаниях системы охлаждения охлаждаемая вода нагревалась до температуры, превышающей температуру кипения ацетона, и проводились измерения температуры охлаждаемой и охлаждающей воды и времени, за которое эти температуры изменялись. На рис. 2 представлена зависимость температуры охлаждаемой жидкости от времени.

Среднее время изменения температуры охлаждаемой воды на $\Delta t_{гор} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ составило $\tau_{ср} = 280 \text{ с}$. Так как объем воды $V_{гор} = 2,74 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, теплоемкость воды $C_p = 4,19 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$, то отводимая мощность составляет

$$Q_1 = \frac{\rho V_{гор} C_p \Delta t_{гор}}{\tau_{ср}} = \frac{1000 \cdot 2,74 \cdot 10^{-3} \cdot 4,19 \cdot 10^3 \cdot 1}{280} = 41 \text{ Вт.} \quad (1)$$

За время измерений $\tau = 2200 \text{ с}$ охлаждающая вода объемом $V_{хол} = 2,86 \text{ л}$ нагрелась на $\Delta t_{хол} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$. Поэтому мощность, подводимая к охлаждающей воде, составляет

$$Q_2 = \frac{\rho \cdot V_{хол} \cdot C_p \cdot \Delta t_{хол}}{\tau} = \frac{1000 \cdot 2,86 \cdot 10^{-3} \cdot 4,19 \cdot 10^3 \cdot 4}{2200} = 21,6 \text{ Вт.} \quad (2)$$

Разница между Q_1 и Q_2 состоит из мощности, отводимой в конденсаторе насоса, и мощности, отводимой в результате потерь через тепловую изоляцию.

Поскольку площадь поперечного сечения испарителя $S_{исп} = 133 \text{ мм}^2$, то удельная мощность теплопередачи системы составляет

$$q_2 = \frac{Q_2}{S_{исп}} = \frac{21,6}{133 \cdot 10^{-6}} = 0,162 \cdot 10^6 \text{ Вт/м}^2. \quad (3)$$

Коэффициент полезного действия системы охлаждения составляет

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{21,6}{41} = 52,7 \%. \quad (4)$$

Коэффициент полезного действия системы можно повысить, если охладить конденсатор насоса рабочей жидкостью и сделать тепловую изоляцию U-образного контура.

Таким образом собрана и исследована система охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом. Ее преимуществом является способность передавать теплоту с высокой эффективностью в направлении, противоположном силе тяжести. Системы теплопередачи на основе тепловых труб (в частности, термосифоны), являющиеся аналогами исследуемой системы, эффективно передают теплоту при благоприятном расположении в поле сил тяжести (вертикальное расположение, когда передача теплоты происходит снизу вверх). При горизонтальном расположении производительность термосифонов снижается в несколько раз, при неблагоприятном влиянии сил тяжести термосифоны не работают.

Необходимая глубина и расстояние передачи теплоты по горизонтали для системы охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом достигаются путем изменения конфигурации U-образного контура. Для уточнения максимальных расстояний теплопередачи требуются дополнительные исследования.

Кроме этого, система охлаждения с жидкопоршневым пузырьковым насосом является саморегулируемой (в диапазоне температур, при котором происходит снарядный режим кипения). Чем выше разность между температурой охлаждаемой среды и температурой рабочего тела в испарителе насоса, тем больше частота образования и размер пузырей пара, следовательно, выше расход перекачиваемой жидкости и отводимая мощность.

Список литературы

1. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Изд. 2-е, доп. и пер. М. : Наука, 1972. С. 427.

УДК 621.65

Никитин А. Д., Стариков Е. В.
Уральский федеральный университет,
studentshurik@gmail.com

СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОПОРШНЕВОГО ПУЗЫРЬКОВОГО НАСОСА В ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Жидкопоршневой пузырьковый насос преобразует тепловую энергию в работу по перекачиванию жидкости. При парообразовании и последующей конденсации паровых снарядов в узком канале объем паровой фазы изменяется. Это изменение объема используется для перекачивания жидкости.

Жидкопоршневой пузырьковый насос может применяться в различных областях техники, в которых необходимо перекачивание жидкости и существует большое количество сбросной тепловой энергии. При использовании сбросной теплоты повышается энергоэффективность технологического процесса.

Возможно применение жидкопоршневого пузырькового насоса в качестве циркуляционного насоса в системах отопления небольших домов (коттеджей).