Аралов Гайрат Мухаммадиевич

ассистент

Каршинский инженерно-экономический институт

г. Карши, Республика Узбекистан

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Аннотация*: в данной работе приведены основные методы проектирования тепловых преобразователей уровня и расхода жидкостей.*

Ключевые слова*: проектирование, тепловые преобразователи, уровень, расход, жидкость.*

Тепловые преобразователи уровня [1] и расхода [2] получают применение при контроле уровня воды в скважинах вертикального дренажа и расходах воды в насосных станциях и других гидромелиоративных объектах.

Для разработки и изготовления тепловых преобразователей необходима соответствующая методика их проектирования.

Проектирование тепловых преобразователей в общем случае состоит из двух этапов: выбор структуры и выбор параметров преобразователя.

На рис.1 приведена схема алгоритма выбора структуры теплового преобразователя. Выбор структуры начинается с ввода требований (блок 1). Требования формируются по запросам систем контроля (блок 2). Далее в блоке 3 осуществляется выбор оптимальной структуры согласно требованиям. Для этого обращаются к морфологическим матрицам основных элементов (блок 4), которые, в свою очередь, синтезируются на основании анализа существующих конструкций тепловых преобразователей уровня и расхода, взятых из фонда научно-технической информации (блок 10). В блоке 5 осуществляется проверка выбранного варианта требованиям и при его приемлемости осуществляется переход к компоновке конструкции преобразователя. В блоке 9 осуществляется сравнение полученной конструкции преобразователя с существующими аналогами и прототипами. Если отличия нет, то, применяя обобщенные приемы усовершенствования конструкций и варьируя элементами из блока 4, изменяют компоновку

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

конструкции преобразователя до достижения существенного отличия и получения новой конструкций (блок 12), которая может быть защищена патентом. Обобщенные приёмы – это конструктивно технологические приёмы, представляющие собой краткое правило преобразования прототипа уровнемера или расходомера для получения новой конструкции. Например, следующие приемы: совмещение функций элементов, разделение функций элементов, изменение формы элементов, взаимного их расположения и другие.

Основными элементами рассматриваемых тепловых преобразователей [1; 2] являются: нагревательные элементы, теплопроводы, измерительные схемы. В вышеуказанных морфологических таблицах анализируются варианты данных основных элементов. Например, в морфологической таблице нагревательных элементов рассматриваются следующие источники тепла: электрический (спираль из нихрома); индукционный, диэлектрический нагрев, сверхвысокочастотный и др. Теплопроводы могут быть стержневыми, трубчатыми, шарообразными, пластинчатыми и др. Термочувствительные элементы: термоэлектрические, терморезистивные, термодиодные и др. Измерительные схемы могут быть мостовые, делительные, дифференциальные, с микропроцессорами и другие.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

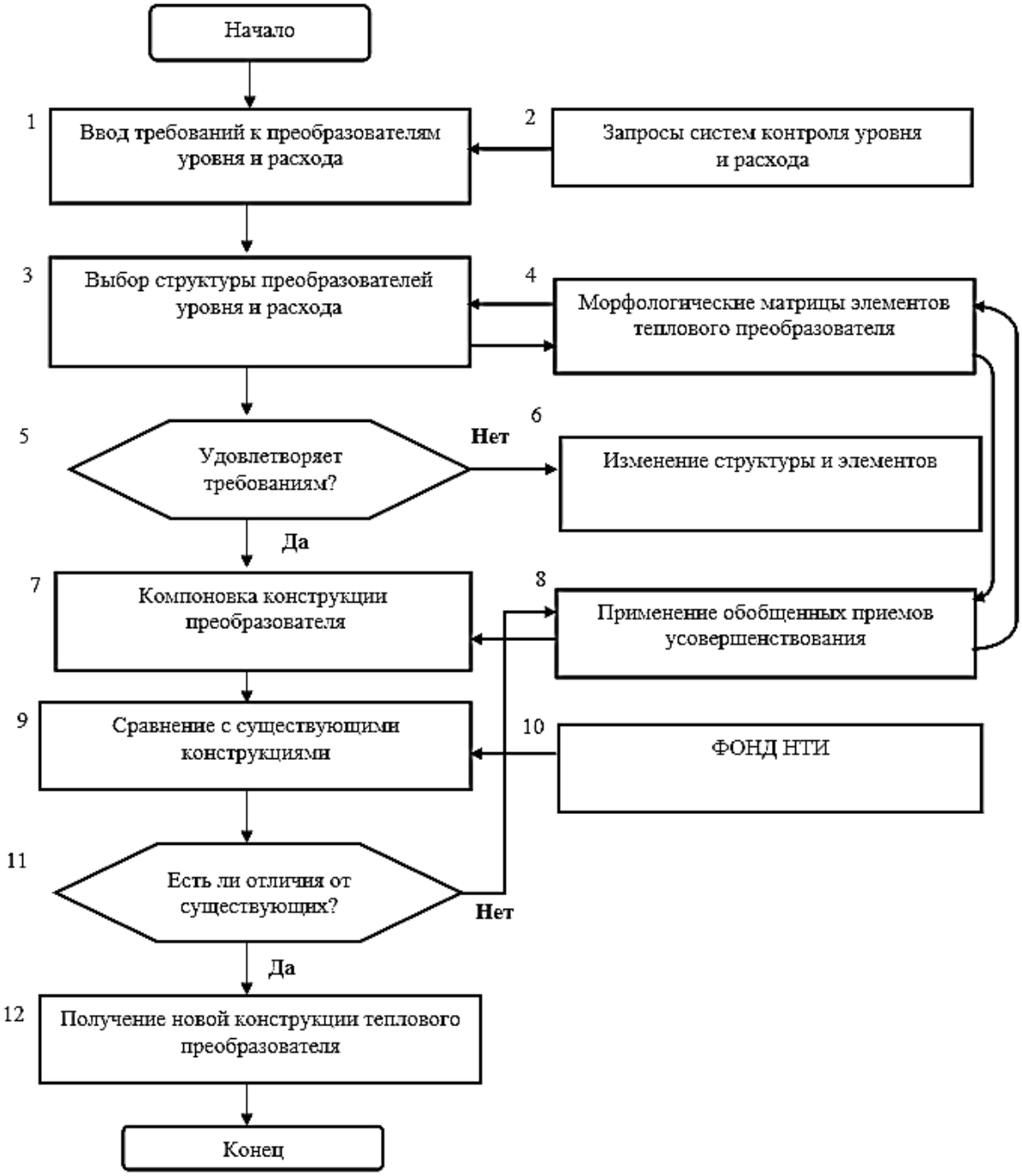

Рис. 1. Схема алгоритма выбора структуры теплового преобразователя уровня и расхода

После структурного проектирования осуществляется переход к параметрическому проектированию теплового преобразователя (рис. 2). В результате параметрического проектирования теплового преобразователя необходимо найти оптимальные параметры

$$\bar{a} = \{a_1, a_2, a_3, a_4 .... a_n\}, \quad (1)$$

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

где: a_1 – мощность нагревательного элемента; a_2 – диаметр теплопровода; a_3 – длина теплопровода; a_4 – длина нагревательного элемента; a_5 – напряжение питания мостовой измерительной схемы; a_6 – параметры термочувствительного элемента и другие.

В результате оптимизации необходимо найти такие параметры уровнемера или расходомера, при которых достигается оптимальное значение критерия оптимальности $I(a)$, т.е.

$$I(\bar{a}) = optI(\bar{a});\ \bar{a} \in D_{\bar{a}}, \tag{2}$$

где: $optI(\bar{a})$ – оптимальное значение $I(\bar{a})$, $D_{\bar{a}}$ – область допустимых решений.

Если обозначить $П$- область поиска, то

$$П = \{\bar{a} : b_i \le a_i \le c_i; i = 1, n\}, \tag{3}$$

где: $bиc$ – минимальные и максимальные значения $\bar{a}$. В процессе проектирования необходимо учитывать, что уровнемер или расходомер выполняют свои функции и остаются работоспособными при условии, что входная величина $X_{вх}$ не выходит из диапазона измерении.

В общем случае статическую характеристику теплового преобразователя можно представить в виде:

$$U_{вых} = f\,[\,X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})], X_{вх} \in [\,X_{вх_{\min}}, X_{вх_{\max}}\,], \tag{4}$$

где: $\bar{a} = \{a_1, a_2, ...a_n\}$ – вектор варьируемых параметров; $\bar{y} = \{y_1, y_2, ...y_m\}$ – вектор влияющих параметров; n – число варьируемых параметров;m – число влияющих параметров.

Задача повышения линейности статической характеристики решается путем аппроксимации реальной нелинейной статической характеристики преобразователя линейной зависимостью

$$U_{вых.л} = A \cdot X_{вх} + B. \tag{5}$$

Используя квадратичный интегральный критерий близости функций имеем.

$$M_{ин} \cdot I = \int_{X_{вх.\min}}^{X_{вх.\max}} \{U_{вых}(X_{вх}) - A \cdot X_{вх} - B\} d \cdot X_{вх} \tag{6}$$

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

или

$$M_{ин} \cdot I = \int_{X_{вх.min}}^{X_{вх.max}} f\left[X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})\right] - \left\{A \cdot X_{вх} - B\right\} \cdot X_{вх} .$$

Решив задачу, находят значения: $\overline{A} = A\left[X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})\right]$; $\overline{B} = B\left[X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})\right]$ $\bar{a} \in D_{\bar{a}}$ и параметры $\{\bar{a}\}$, при которых реализуются эти коэффициенты.

Задача обеспечения высокой чувствительности решается после линеаризации, так как эти задачи связаны.

Для повышения чувствительности необходимо определить оптимальные значения вектора $\bar{a}(\bar{y}) = a(y)$, которые обеспечат

$$МаксА\left[X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})\right], \bar{a} \in D_{\bar{a}}, \; X_{вх} \in \left[X_{вх.min}, X_{вх.max}\right]. \qquad (7)$$

Проектирование по критерию быстродействия можно свести к задаче нахождения минимума постоянной времени теплового преобразователяT

$$I\left[X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})\right] = МинТ\left[X_{вх}, \bar{a}(\bar{y})\right] X_{вх} \in \left[X_{вх.min}, X_{вх.max}\right], a \in D_{\bar{a}} \quad (8)$$

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

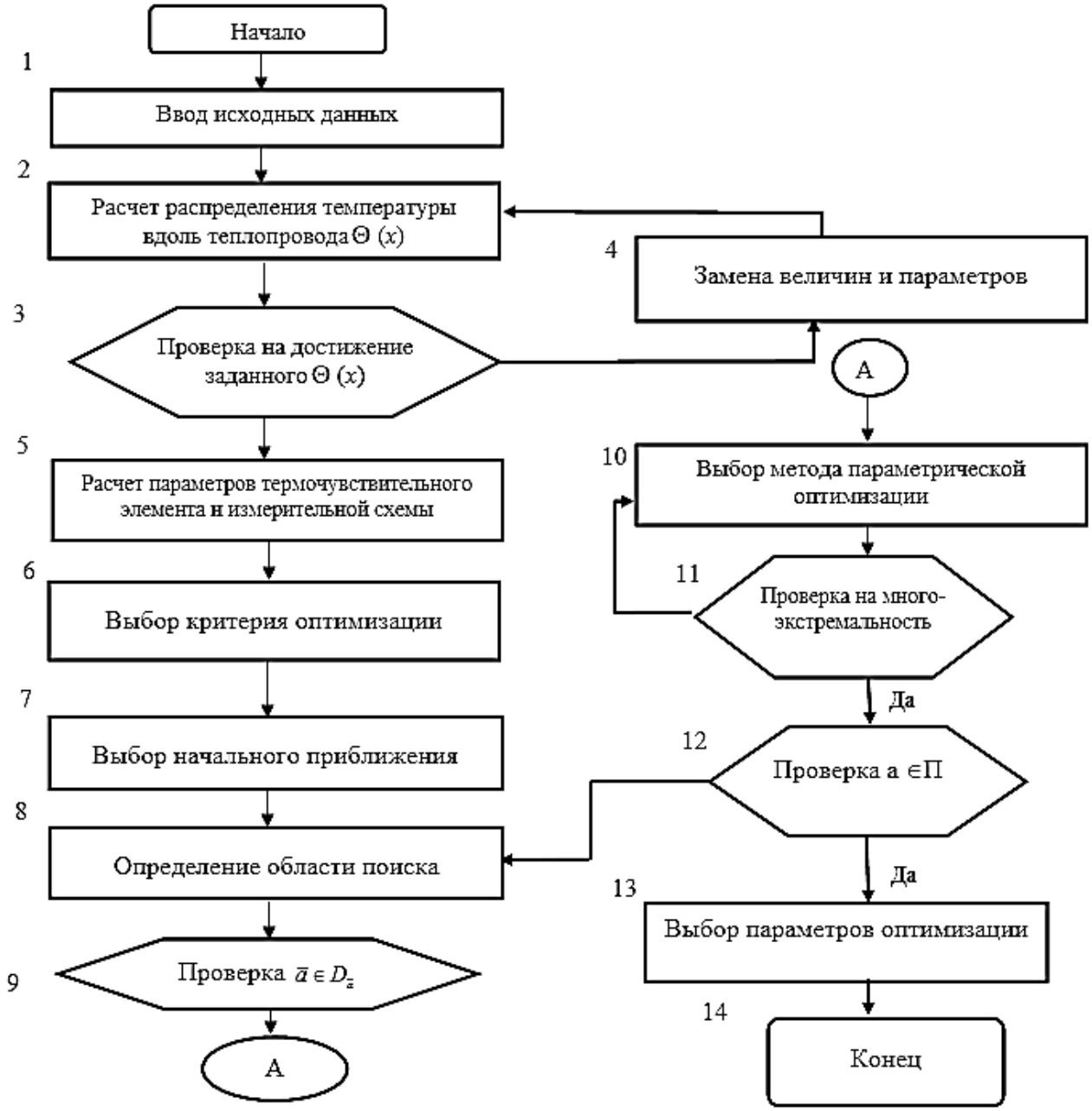

Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета
и оптимизации теплового преобразователя

На основании изложенной методики проектирования были разработаны тепловые преобразователи уровня [1] и расхода воды [2], применяемые на гидромелиоративных объектах.

Список литературы

1. Ташматов Х.К. Тепловой преобразователь уровня воды // Датчики и системы. – 2006. – №3. – С. 41–42.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

2. Ташматов Х.К. Расходомер воды в трубопроводе на основе тепловых преобразователей термоанемометрического типа // Датчики и системы. – 2006. – №4. – С. 37–39.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)