Исследование водонагревателя дыхательной смеси в водолазной спецодежде

Власенко О.М., Ефремов В.В.

Московский государственный университет дизайна и технологии

Для обеспечения поддержания температуры дыхательной смеси на заданном уровне в условиях погружений на большие глубины требуется разработка автоматической системы регулирования (АСР), технологическим объектом управления которой является нагреватель дыхательной смеси. В результате проведенных теоретических исследований разработан водонагреватель дыхательной смеси (ВДС) для водолазной спецодежды.

ВДС представляет собой теплообменник. Газовая смесь нагревается, проходя по медным трубкам, которые закрепляются в основаниях из фторопласта. Для гидроизоляции на основания нанесен слой эпоксидной смолы. Для подачи и вывода воды из теплообменника предусмотрены ПВХ трубки. Для теплоизоляции теплообменника используется поролоновый утеплитель. Вся конструкция помещается во внешнем полипропиленовом корпусе.

Для экспериментального исследования ВДС собрана лабораторная установка, состоящая из устройства нагрева воды с принудительной циркуляцией, и вентилятора, с помощью которого в теплообменник подается воздух. Предусмотрен прерыватель газового потока для создания переменного расхода воздуха через ВДС. Для измерения температуры воздуха и воды на входе и выходе теплообменника используются семь термопар типа ТМК. Информация от термопар поступает через усилитель сигналов на самопишущий потенциометр. Моделирование изменения глубины погружения производилось за счет изменения проходящего через ВДС расхода воздуха. При этом использовался "комплексный" коэффициент глубины, выведенный в результате теоретических исследований [1].

С помощью экспериментальной установки было произведено исследование ВДС на глубинах 0 – 100 м в двух основных направлениях: исследование процессов теплопередачи в ВДС и определение динамических параметров ВДС как объекта АСР температуры.

Определение коэффициентов теплоотдачи от воды к газу производили, используя соотношения, полученные из уравнений теплопроводности через плоскую стенку. Расхождение экспериментальных значений с расчетными, полученными по уравнениям подобия, составило около 3-6%. При этом по виду экспериментального массива с помощью метода идентификации статической модели методом наименьших квадратов были получены уравнения зависимости параметров теплопередачи ВДС от глубины погружения, которые позволяют рассчитать приближенные значения коэффициентов теплоотдачи, полного коэффициента теплопередачи и мощности ВДС, передаваемой дыхательной смеси для различных глубин, не прибегая к уравнениям подобия.

Определение динамических параметров ВДС как объекта управления производилось по диаграммам колебаний температуры смеси на выходе ВДС, полученным в результате двухпозиционного регулирования расхода теплоносителя. Динамические параметры ВДС: постоянную времени, запаздывание и коэффициент усиления, рассчитывали по соотношениям, связывающим параметры автоколебаний и параметры объекта. В результате обработки экспериментальных данных получена передаточная функция ВДС как объекта АСР температуры: апериодическое звено первого порядка с запаздыванием.

Проведенные экспериментальные исследования ВДС как объекта АСР температуры доказали, что данная конструкция ВДС в условиях эксперимента обеспечивает нагрев газа до необходимой температуры на исследуемом диапазоне глубин, и может быть рекомендована для дальнейших испытаний в реальных условиях. Кроме того, получена передаточная функция ВДС, которая может быть использована для дальнейшего расчета и исследования АСР температуры дыхательной смеси в спецодежде глубоководного водолаза.

[1] Власенко О.М., Ромаш Э.М., Ефремов В.В. Возмущающие воздействия в АСР температуры дыхательной смеси глубоководных водолазов// Вестник МГУДТ. Выпуск 1(43).- М., 2003, С.213-217.