РАЗДЕЛ VII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Авдеев А.И., Никонова А.С., Иваней А.А.

Разработка алгоритма оптимизации процесса теплопереноса при использовании термоэлектрических элементов в холодильной технике

*ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»
(Россия, Мурманск)*

doi: 10.18411/lj-05-2021-74

Аннотация

В рамках исследования разработан алгоритм программы автоматического управления, оптимизирующий процесс теплопереноса при использовании ТЭМ в холодильной технике в реальных условиях эксплуатации.

В статье описана логистическая часть алгоритма работы блока автоматического управления и контроля выходных параметров, блок-схема логических связей, в которой предусмотрены особенности изменения (инверсии) направления переноса тепла в процессе теплопереноса.

Ключевые слова: термоэлектрический модуль, эффект Пельтье, алгоритм оптимизации процесса теплопереноса.

Abstract

As part of the study, an algorithm for an automatic control program has been developed that optimizes the heat transfer process when using TEM in refrigeration equipment under real operating conditions.

The article describes the logistic part of the algorithm for the operation of the block of automatic control and monitoring of output parameters, a block diagram of logical connections, which provides for the features of changing (inversion) the direction of heat transfer in the process of heat transfer.

Key words: thermoelectric module, Peltier effect, heat transfer optimization algorithm.

На данный момент существует множество различных устройств ограниченного объема с функцией поддержания необходимых температурных режимов, использующих для этого термоэлектрический эффект Пельтье [1, 2].

Применение полупроводниковых охлаждающих элементов, использующих эффект Пельтье, является одним из вариантов получения холода альтернативным путем.

Практика использования термоэлектрических модулей Пельтье (ТЭМ) [1] в бытовой технике и устройствах, предназначенных для пищевой промышленности, показала перспективность более широкого внедрения термоэлектрического эффекта Пельтье. Также актуальность использования ТЭМ обусловлена необходимостью внедрения природосберегающих технологий [3, 4].

Согласно техническим характеристикам, предоставленным заводами-изготовителями в открытом доступе, взятый для исследования ТЭМ C1210 относится к среднетемпературным охлаждающим элементам (диапазон температур от 27 до 327 °С, состав – теллурид свинца, теллурид германия, теллурид висмута). Внутреннее сопротивление ТЭМ составляет 3 Ом, максимальное напряжение питания – 15 В, максимальный рабочий ток – 10 А.

В ходе проведения исследований по оптимизации процесса термоэлектрического переноса тепла при использовании ТЭМ была исследована динамика работы элементов Пельтье. Также было получено подтверждение предположения о нестабильной работе ТЭМ при достижении определённого значения температуры на нагревающей стороне [5].

После анализа результатов исследования процесса теплопереноса при использовании ТЭМ в реальных условиях эксплуатации, была сформулирована цель текущего исследования – разработка алгоритма программы автоматического управления для оптимизации процесса теплопереноса при использовании ТЭМ в холодильной технике.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1. Разработать алгоритм программы автоматической регулировки режимов работы ТЭМ;
2. Разработать алгоритм автоматического изменения (инверсии) базового режима (охлаждение, нагрев, термостабилизация) ТЭМ для использования в холодильной технике.

В рамках решения первой задачи был разработан алгоритм автоматического регулирования режимов работы ТЭМ.

В этом алгоритме были предусмотрены особенности изменения (инверсии) направления переноса тепла.

Алгоритм работы представляет собой бесконечный замкнутый цикл с последовательным ветвлением. Выбор направления ветвления в каждой узловой точке определяется логикой только того узла, в котором происходит ветвление. Дополнительно введенные в схему элементы (время, задающие цепи и устройство дифференциального управления нагрузкой) не влияют на логическую составляющую алгоритма и предназначены лишь для коррекции режима работы охлаждающего элемента.

Сравнительно большая инерционность процессов, протекающих в описываемом здесь устройстве, позволяет реализовать пошаговое выполнение алгоритма управления. Сам процесс управления происходит в режиме реального времени, обеспечивая максимальную эффективность применяемых в устройстве конструкторских решений.

Блок-схема логических связей представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 - Алгоритм оптимизации режима работы ТЭМ в процессе термостабилизации при охлаждении и нагреве

Описание алгоритма работы блока автоматического управления и контроля выходных параметров и автоматического изменения (инверсии) базового режима работы охлаждающего элемента представлено ниже.

Контроллер температуры постоянно считывает данные, поступающие с термодатчика, расположенного внутри камеры.

Цикл управления начинается со сравнения показаний термодатчика и значения температуры, введенной в контроллер.

Если разница в показаниях не превышает 0,5 градуса (порог срабатывания выставляется отдельно и может принимать значение от 0,1 до 2,0 градусов), то схема управления возвращается в начало цикла, снова сравниваются показания датчика с установленным значением и т.д.

Когда разница показаний превышает порог срабатывания, схема переходит к выполнению второго шага алгоритма управления – числовому и знаковому анализу данных. Полученное в результате анализа числовое значение отправляется на устройство дифференциального управления нагрузкой. Знак (больше или меньше; «плюс» или «минус») определяет направление ветвления в первой узловой точке.

Если разница показаний термодатчика и значения, занесенного в память контроллера, положительна (показания термодатчика больше установленного значения), то выбирается режим «охлаждение», если отрицательна (показания меньше) – выбирается режим «нагрев».

Для режима «охлаждение» и для режима «нагрев» выполнение логических операций оставшейся части алгоритма управления идентично.

Схема переходит ко второй узловой точке алгоритма (третий шаг). В этой точке проверяется соответствие выбранного на предыдущем шаге режима работы с режимом, установленным в цепи управления ТЭМ.

Если установленный режим соответствует выбранному, формируется разрешающий сигнал, в цепь управления подается питание (через устройство дифференциального управления нагрузкой), а схема управления возвращается в начало цикла к сравнению показаний термодатчика и значения температуры, введенной в контроллер.

Если режим, установленный в цепи управления, не соответствует выбранному, формируется сигнал смены полярности питания элемента Пельтье, и схема управления переходит к третьей узловой точке (шаг четыре).

В этой точке до момента подачи питания проверяется наличие электрического потенциала на контактах элемента.

Если потенциал отсутствует или положителен, формируется разрешающий сигнал, в цепь управления подается питание (через устройство дифференциального управления нагрузкой), а схема управления возвращается в начало цикла к сравнению показаний термодатчика и значения температуры, введенной в контроллер.

Если измеренный потенциал отрицателен, формируется сигнал запуска задающей время цепи и на 10 секунд (на заданный временной интервал), и через цепь управления подается пятая часть номинального напряжения питания ТЭМ (выравнивание температурного градиента). По истечении 10 секунд схема управления возвращается к третьей узловой точке, и наличие электрического потенциала на элементе проверяется заново.

Внедрение алгоритма оптимизации термоэлектрического переноса тепла позволит повысить КПД техники и устройств для самых актуальных потребностей рынка высоких технологий [2].

В ходе работы был разработан алгоритм программы автоматического управления для оптимизации процесса теплопереноса при использовании термоэлектрических элементов в холодильной технике.

Также в ходе исследования было достигнуто решение основных задач:

1. Разработан алгоритм программы автоматической регулировки режимов работы охлаждающего элемента;
2. Разработан алгоритм автоматического изменения (инверсии) базового режима (охлаждение, нагрев, термостабилизация) ТЭМ для использования в холодильной технике.

1. Шостаковский, П.Г. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники. Окончание [Текст] / П.Г. Шостаковский // Компоненты и технологии. – 2010. – №1 (102). – с. 102-126.
2. Шостаковский, П.Г. Инновационная деятельность компании «Криотерм» в области разработки и производства термоэлектрических приборов и устройств [Текст] / П.Г. Шостаковский // Инновации. – 2014. – №2 (184). – с. 137-141.
3. Nikonova, A.S., Ivaney, A.A. Design of the experimental climate chamber of an innovative type. Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Nauchnye issledovaniya stran ShOS: sinergija i integracija" - Doklady na anglijskom jazyke [Materials of the International Conference "Scientific research of the SCO countries: synergy and integration" - Reports in English]. Beijing, PRC, 2019, pp. 202-206. ISBN 978-5-905695-96-6.
4. Nikonova, A., Ivaney, A., Okuneva, L. Improvement of Structural and Technological Parameters of the Innovative Type Climate Chamber. In: International applied research conference «Biological Resources Development and Environmental Management», KnE Life Sciences, 2020. pp. 731--741. DOI 10.18502/kls.v5i1.6159.
5. Авдеев А.И. Оптимизация процесса теплопереноса при использовании термо-электрических элементов в холодильной технике / А.И. Авдеев, А.С. Никонова, А.А. Иваней. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов по материалам XXV международной научно-практической конференции, 10 февраля 2021 года, Екатеринбург. – Екатеринбург, 2021. – С. 145-151. DOI 10.18411/sr-10-02-2021-p1.

Логвинчук Т.М., Добровольский В.Ф.

Потенциально опасные факторы при производстве функциональных растворимых напитков на основе цикория

*НИИПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»
(Россия, Измайлово)*

doi: 10.18411/lj-05-2021-75

Аннотация

В статье представлены микробиологические, химические и физические факторы, которые потенциально могут повлиять на безопасность функциональных растворимых напитков на основе цикория, приведены источники их возникновения и краткое описание влияния на здоровье человека.

Управление потенциально опасными факторами на всех этапах технологического процесса позволит обеспечить безопасность готовой продукции.

Ключевые слова: функциональные растворимые напитки на основе цикория, производство, опасные факторы, тяжесть последствий

Abstract

The article presents the microbiological, chemical and physical factors that can potentially affect the safety of functional instant drinks based on chicory, provides the sources of their occurrence and a brief description of the impact on human health.

Management of potentially dangerous factors at all stages of the technological process will ensure the safety of the finished product.

Keywords: functional soluble drinks based on chicory, production, dangerous factors, severity of consequences