

(ток через диод падает до нуля), находится графическим или численным методом как решение трансцендентного уравнения.

На этапе разряда, когда разрядник срабатывает, энергия, запасенная в конденсаторе, передается в нагрузку через импульсный трансформатор. Для анализа составлена система уравнений в операторной форме и получено изображение для тока вторичного контура. С помощью теоремы разложения (Хэвисайда) был найден оригинал этого тока, а затем путем интегрирования – выражение для напряжения на емкостной нагрузке [2]. Анализ показывает, что процесс разряда имеет колебательный характер, а форма импульса напряжения существенно зависит от параметров цепи связи и добротности контуров. Полученные аналитические выражения позволяют моделировать форму выходного импульса и оптимизировать ее под конкретные практические задачи.

Проведенное исследование демонстрирует, что расчет ключевых параметров резонансных трансформаторов, как непрерывного, так и импульсного действия, может быть успешно выполнен на основе классических методов теории цепей.

Разработанные методы расчета могут быть непосредственно использованы при проектировании и создании современных устройств в критически важных областях, указанных выше.

Таким образом, представленные результаты имеют конкретное прикладное значение, открывая пути для создания более эффективных и оптимизированных устройств импульсной энергетики.

Л и т е р а т у р а

1. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей: учеб. для вузов / Г. И. Атабеков. – М. : Энергия, 1969. – 424 с.
2. Конторович, М. И. Операционное исчисление и процессы в электрических цепях : учеб. пособие для электротехн. и радиотехн. специальностей вузов / М. И. Конторович. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Сов. радио, 1975. – 319 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАСОСА НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ: МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ли Мосянь, В. В. Брель

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Колледж электротехники

*Шаньдунский технологический университет Хуаюй, г. Дэчжоу,
Китайская Народная Республика*

Представлено применение трехмерного моделирования и моделирования методом конечных элементов для проектирования пьезоэлектрического насоса. Посредством моделирования и модального анализа пьезоэлектрического насоса выполняется корректировка структурных параметров ключевых компонентов, что позволяет достичь снижения затрат и повышения производительности насоса.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, МКЭ, интеллектуальное оборудование, модальный анализ, пьезоэлектрический насос.

**DESIGN OF A PIEZOELECTRIC PUMP BASED ON 3D MODELING:
INTELLIGENT EQUIPMENT UPGRADE AND OPTIMIZATION****Li Moxian, V. V. Brel***Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus**College of Electrical Engineering, Shandong Huayu University of Technology,
Dezhou, China*

This paper presents the application of 3D modeling and Finite Element Analysis (FEA) modeling for the design of a piezoelectric pump. Through modeling and modal simulation of the piezoelectric pump, structural parameters of key components are adjusted to accomplish the objectives of reducing cost losses and enhancing pump performance.

Keywords: 3D Modeling, Finite Element Analysis, Intelligent Equipment, Modal Analysis, Piezoelectric Pump.

Визуальные возможности трехмерного моделирования позволяют создавать виртуальные модели пьезоэлектрических насосов, в то время как метод конечных элементов обеспечивает анализ их модальных характеристик в сложных рабочих условиях, что позволяет корректировать технологические параметры и модернизировать интеллектуальное промышленного оборудования.

Трехмерное моделирование позволяет эффективно проектировать и компоновать узлы оборудования, наглядно демонстрируя характеристики деталей. На примере пьезоэлектрического насоса осуществляется разбор полной конструкции, что обеспечивает четкую визуализацию структуры и параметров каждого компонента [1]. Конструкция насоса включает впускной 1 и выпускной патрубки 10, цилиндрический корпус 9, переднюю и заднюю крышки 3, 7, силиконовые прокладки 6, крепежные болты 2, 4, вибратор с полукруглым хвостовым плавником 11 и другие компоненты. Структурная схема пьезоэлектрического насоса представлена на рис. 1.

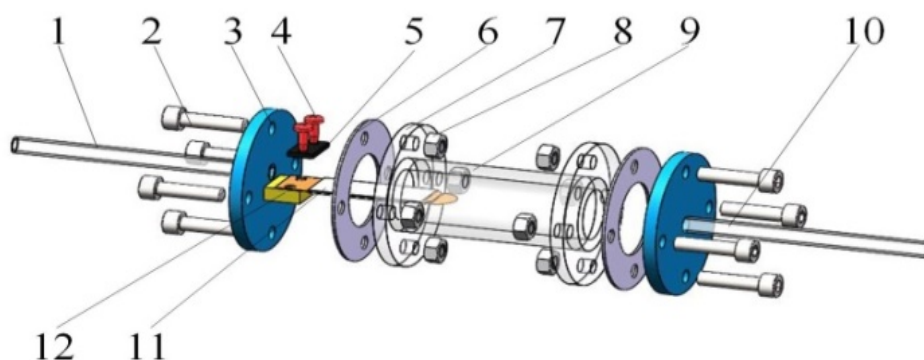


Рис. 1. Конструктивная схема пьезоэлектрического насоса с вибратором

Анализ методом конечных элементов позволяет моделировать изменения параметров компонентов в реальных рабочих условиях. В данной статье проводится модальный анализ ключевого компонента пьезоэлектрического насоса, с целью определения его резонансных частот и форм колебаний при моделировании реальных рабочих условий. Полученные структурные параметры вибратора используются для оптимизации трехмерной конструкции пьезоэлектрического насоса, что в конечном итоге позволяет модернизировать устройство пьезоэлектрического насоса.

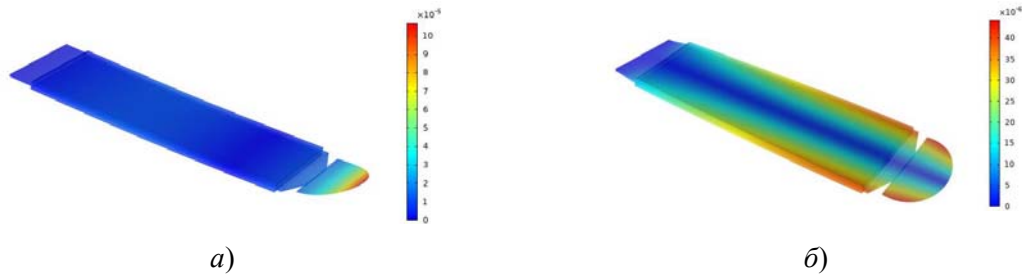


Рис. 2. Форма колебаний второй моды вибратора при $W = 7$ мм и $R = 7,5$ мм:
 а – Вторая мода ($f = 779$ Гц); б – Вторая мода ($f = 1165$ Гц)

Результаты модального анализа вибратора, проведенного с использованием синергетического подхода компьютерного моделирования, показывают, что изгибные колебания, соответствующие второй собственной частоте, являются оптимальной формой колебаний. Радиус хвостового плавника (R) и ширина хвостовой части (W) вибратора оказывают существенное влияние на его вторую собственную частоту (рис. 2).

Оптимизация методами трехмерного моделирования и моделирования МКЭ демонстрирует значительный потенциал в процессе разработки интеллектуального оборудования, закладывая основу для новой промышленной эпохи.

Литература

1. Simulation Analysis and Experiment of Piezoelectric Pump with Tapered Cross-Section Vibrator / С. Hu, W. Jiang, X. Hu [et al.] // Applied Sciences. – 2024. – N14 (16). – P. 7418–7418.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОХЛАЖДЕНИЯ И ТЕРМООБРАБОТКИ МЕТАЛЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Теймур Сулейманов, В. А. Савельев

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь

Автоматизация процессов охлаждения и термообработки металлов является ключевым элементом в современных металлургических и машиностроительных производствах. Эти процессы критически важны для достижения требуемых свойств металлов, таких как твердость, прочность и устойчивость к коррозии. Адаптивные системы управления, использующие алгоритмы машинного обучения и современные технологии, позволяют оптимизировать параметры обработки, повышая эффективность и качество продукции.

Ключевые слова: термообработка, охлаждение, автоматизация, адаптивное управление, температура, контроллер, качество.

AUTOMATION OF METAL COOLING AND HEAT TREATMENT PROCESSES USING ADAPTIVE CONTROL SYSTEMS

Teymur Suleymanov, V. A. Savelyev

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

The automation of metal cooling and heat treatment processes is a key element in modern metallurgical and engineering industries. These processes are critically important for achieving