

зависимость ее положения от понижения уровня бьефа. Определить высоту высачивания фильтрационного потока на откос, проследить характер ее изменения. Найти скорости фильтрационного потока. Разработать методику учета дополнительных гидродинамических сил, возникающих при нестационарном режиме фильтрации.

УДК 62.791.2

## **ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ**

Матюнин С.А., Мадриченко В.Г.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва  
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Определение положения и перемещения исполнительных органов систем управления является важной функцией многих автоматических систем. При этом под перемещением объектов подразумевается их передвижение из одного положения в другое. Для измерения перемещений используются различные методы, на основе которых реализуют следующие датчики перемещений: резистивные, емкостные, индуктивные, оптические, ультразвуковые и др. Каждому типу датчиков присущи свои достоинства и недостатки, которые необходимо учитывать при решении конкретной задачи.

В настоящее время существует задача измерения перемещения объектов, находящихся в условиях низких температур, например клапанов, пневмогидравлической системы ракетного двигателя в системах подачи кислорода. Решение данной задачи осложняется рядом условий:

- широкий диапазон изменения температуры (от +50 С до минус 253 С<sup>0</sup>);
- высокий уровень вибраций;
- высокий уровень электромагнитного излучения;
- агрессивная среда.

После литературно-патентного поиска, сравнительного анализа и классификации методов и средств измерений перемещения исполнительных органов, выявлено, что наиболее перспективны волоконно-оптические датчики перемещений с волокном в качестве чувствительного элемента. Эти датчики сочетают высокую чувствительность, высокое быстродействие, помехозащищенность от электромагнитных и радиационных помех, устойчивость к агрессивным и горючим средам, а также взрыво- и пожаробезопасность.

Проведенные анализ и обзор существующих оптических преобразователей перемещения, указывают на невозможность применения готовых решений для реализации поставленной задачи. Авторами разработан способ измерения перемещения подвижных объектов, основанный эффект Фарадея. Датчики, реализованные на данном эффекте согласно разработанной классификации, можно отнести к волоконно-оптическим поляризационным датчикам. Построение такого преобразователя сводится к созданию в замкнутом объеме магнитного поля, которое изменяется при перемещении элемента, связанного с объектом контроля.

Эффект Фарадея или эффект кругового магнитного двулучепреломления - один из эффектов магнитооптики, заключающийся в повороте плоскости поляризации линейно поляризованной электромагнитной волны при ее прохождении через продольно

намагниченную среду. Вследствие этого волны, поляризованные по правому и левому кругу, распространяются в веществе с разными фазовыми скоростями, и при прохождении ими в веществе некоторого расстояния  $L$  между ними появляется разность фаз. Кроме того, плоскость поляризации результирующей поляризованной волны поворачивается на угол:

$$\theta = V_v \int H dL,$$

где  $V_v$  – постоянная Верде, для кварцевого стекла равная  $7 \cdot 10^{-7}$  рад/м;

$L$  - длина оптического волокна, на которое воздействует поле;

$H$  - напряженность магнитного поля.

Изменение угла поворота плоскости поляризации зависит от степени изменения напряженности магнитного поля при движении элемента, связанного с объектом контроля.

Для регистрации перемещения объекта контроля разработана волоконная интерферометрическая схема с обратным отражением, преимуществом которой является то, что обе световые волны интерферометра распространяются практически в одном и том же пространстве, что существенно снижает чувствительность датчика к изменению температуры, вибрациям и другим механическим нагрузкам.

В ходе проведения исследований разработано несколько вариантов конструкций волоконно-оптических преобразователей перемещения, свойства которых были промоделированы с учетом реальных материалов. Расчетные позиционные характеристики одного из вариантов датчика изображены на рисунке 2.

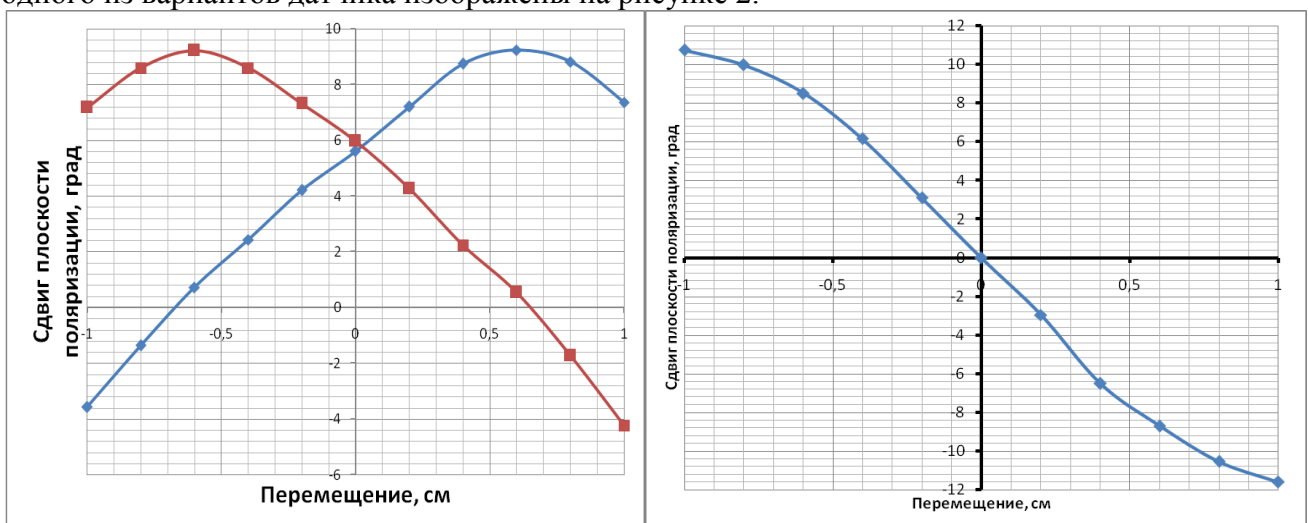


Рисунок 1. Зависимость выходного сигнала обмоток дифференциального датчика от перемещения, 2 - позиционная характеристика датчика

Проделанный анализ позволяет сделать вывод, что данный вид преобразователя является перспективным вариантом решения поставленной задачи. Однако, для практической реализации необходимы проведение дополнительных исследований влияния криогенных температур на характеристики элементов волоконно-оптического тракта, а так же необходима разработка уточненных математических моделей датчика.