

- угрозы информационному обеспечению государственной политики в области таможенного дела;
- угрозы развитию отечественной индустрии информации, включая индустрию средств информатизации, телекоммуникации и связи, обеспечению потребностей таможенных органов в ее продукции, а также обеспечению накопления, сохранности и эффективного использования отечественных информационных ресурсов в области таможенного дела;
- угрозы безопасности информационных и телекоммуникационных средств и систем таможенных органов [3].

Таким образом, информационная безопасность в таможенных органах охватывает широкий спектр задач, от решения которых зависит эффективность работы как таможенных органов, так и взаимодействующих с ними организаций и ведомств.

На сегодняшний день 40 информационных систем и 30 баз данных по таким ключевым направлениям деятельности как таможенный транзит, декларирование товаров и транспортных средств юридическими и физическими лицами, анализ поступления таможенных платежей, автоматизация финансово-хозяйственной деятельности таможенных органов и другим функционируют в системе таможенных органов Беларуси.

Обеспечивает функционирование данных систем Информационно-вычислительный центр, созданный на базе Минской центральной таможни. Сегодня это многофункциональный аппаратно-программный комплекс, который включает в себя более 50 серверов и более 25 единиц телекоммуникационного оборудования. Всё это обеспечивает бесперебойную работу по взаимодействию с заинтересованными ведомствами не только в Республике Беларусь, но и с партнерами по Евразийскому экономическому союзу.

### Список использованной литературы

1. Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016-2022 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-gov.by/zakony-i-dokumenty/strategiya-razvitiya-informatizacii-v-respublike-belarus-na-2016-2022-gody>. – Дата доступа: 21.09.2018.
2. Информационная безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://searchinform.ru/informatsionnaya-bezopasnost/>. – Дата доступа: 21.09.2018.
3. Ковалькова И.А. Основные направления обеспечения информационной безопасности в таможенных органах Республики Беларусь / И.А. Ковалькова // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-й Международной научно-технической конференции. – Т.4. – Минск: БНТУ, 2013. – С. 187.

УДК 620.1.05

### БЛОК АДАПТИВНОЙ КОРРЕКЦИИ ВОЛНОВОГО ФРОНТА НА ОСНОВЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПЛОСКОГО ЗЕРКАЛА

Звонкович А.В., Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: [zvonkovich.00@mail.ru](mailto:zvonkovich.00@mail.ru), [feod@tut.by](mailto:feod@tut.by)

**Abstract.** *The block of adaptive correction on the basis of a plane adaptive mirror was developed for compensation of distortions of a wavefront set. The curvature of a wavefront set brought by a vacillation of parameters of the atmosphere improves by means of a plane membranous mirror on the basis of interaction of magnetic fields. The description of the offered adaptive mirror, its design, and also mathematical model of functioning is provided in work.*

**Keywords:** *adaptive optics, membranous mirror, wavefront set.*

На схеме (рис. 1) показана мембрана, обладающая определенной упругостью, в качестве материала мембраны может выступать термопластичный полиэфирный эластомер, работающий при температурах от  $-65$  до  $+165^{\circ}\text{C}$ . Устойчивы к многократному изгибу. Имеют высокую износостойкость. Стойки к ползучести.

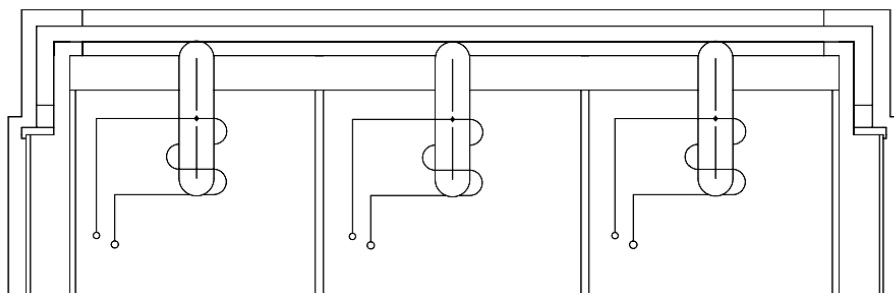


Рисунок 1 – Мембранное зеркало на основе магнитных полей

Закрепление мембраны обеспечивается посредством резьбового соединения. Наружный слой мембраны, на который непосредственно будет нанесено зеркально покрытие, предварительно покрывается тонким слоем упругого металла для выравнивания поверхности и придания дополнительной прочности. С обратной стороны мембраны крепятся постоянные магниты небольших размеров с помощью конструкционного клея. Данные магниты имеют цилиндрическую форму, поскольку такая форма позволяет получить наиболее равномерное распределение магнитного поля. Соосно с центром каждого из магнитов устанавливаются соленоиды, при подаче напряжения на которые, возникает магнитное поле, воздействующее на магнитное поле постоянных магнитов. Таким образом, меняя полярность напряжения, подаваемого на соленоид, учитывая массу магнита, упругость мембраны и прочие факторы, можно добиться перемещений мембраны вверх и вниз относительно начального положения. Так же конструкция предусматривает тонкостенные алюминиевые экраны (рис. 2), предохраняющие от взаимодействия соседние магнитные поля.

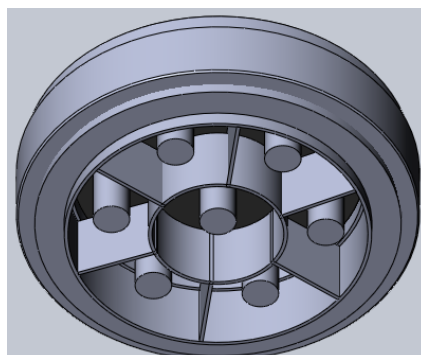


Рисунок 2 – 3D-модель адаптивного мембранного зеркала

Схема распределения сил при деформации мембраны зеркала показана на рисунке 3.

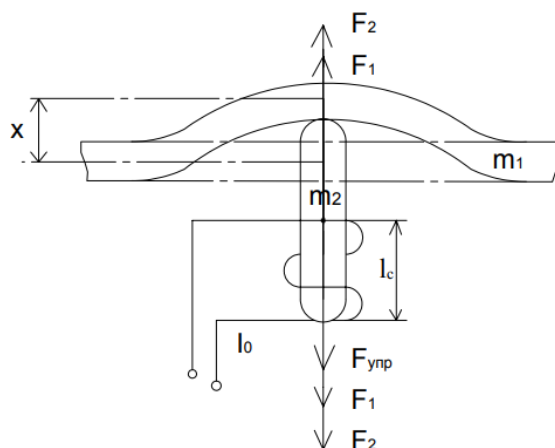


Рисунок 3 – Схема распределения сил взаимодействия на одном из участков мембраны

При подаче напряжения на соленоид образуется магнитное поле, действующее на постоянный магнит с силой  $F_{m1}$ , в то время как магнитное поле постоянного магнита имеет силу воздействия  $F_{m2}$ .

Среднее значение силы воздействия соленоида:  $F_{m1} = F_{cp} = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 S}$ , где  $\Phi$  – магнитный поток  $\Phi = BS \cos \alpha$ ,  $\mu_0$  – магнитная постоянная,  $S$  – площадь поверхности полюса.

Поскольку величина силы магнитного поля постоянного магнита определяется совершаемой им механической работой за счет убыли магнитной энергии в системе, значение  $F_{m1}$  имеет вид:

$$F_{m2} = \frac{1}{2} B_E^2 \frac{l_n^2}{[\rho + G(l_n / S_n)]^2} \frac{dG}{dx},$$

где  $B_E^2$  – квадрат максимального значения магнитной индукции кривой возврата;

$l_n, S_n$  – длина и сечение постоянного магнита;

$\rho$  – коэффициент возврата материала постоянного магнита;

$G$  – суммарная магнитная проводимость путей, по которым проходит поток постоянного магнита [2].

Выше описанные силы, независимо от смены полярности магнитного поля соленоида, суммируются, поскольку соленоид закреплен, и силы магнитных полей производят смещение только постоянного магнита. В зависимости от расположения полюсов соленоида осуществляется смещение  $x$  вверх или вниз в вертикальной плоскости (в данном случае) относительно начального положения с некоторым ускорением  $a$ . Таким образом, воспользовавшись вторым Законом Ньютона можно записать следующее выражение (поднятии магнита вверх):

$$(m_1 + m_2)a = F_{m1} + F_{m2} - F_1 - F_2 - F_{упр},$$

где  $F_1$  – сила тяжести участка мембраны, оказывающая давление на определенный магнит (площадь данного участка определяется размерами деформируемой окружности, при максимальном смещении отдельного магнита);

$F_2$  – сила тяжести управляемого магнита;

$F_{упр}$  – сила, с которой мембрана оказывает сопротивление смещению  $F_{упр} kx$ . По-

скольку  $F_1 = m_1 g_h$ ,  $F_2 = m_2 g_h$ ,  $g_h = \frac{GM}{R+h}$ , где  $m_1$  – масса деформируемого участка мембраны,  $m_2$  – масса управляемого магнита,  $g_h$  – ускорение свободного падения на высоте  $h$  от поверхности земли.

Смещение управляемого магнита  $x$  можно записать в виде выражения:  $x = v_0 t + \frac{at^2_{де}}{2}$ , поскольку начальная скорость  $v_0 = 0$ , то  $x = \frac{at^2_{де}}{2}$ , а ускорение деформи-

руемого участка мембраны  $a = \frac{2x}{t^2_{де}}$ .

Тогда выражение второго Закона Ньютона принимает следующий вид:

$$F_{m1} = (m_1 + m_2) \frac{2x}{t_{де}^2} - \left[ \frac{1}{2} B_E^2 \frac{l_n^2}{[\rho + G(l_n / S_n)]^2} \frac{dG}{dx} \right] + m_1 g_h + m_2 g_h + kx,$$

где  $x$  – минимальное смещение центра толщины мембраны;

$t_{де}$  – время смещения центра толщины мембраны ( $t_{де} = t_{ср} - t_{тр}$ );

$t_{тр}$  – время трогания;

$t_{ср}$  – время срабатывания);

$F_1$  – сила тяжести участка мембраны;

$F_2$  – сила тяжести постоянного магнита;

$F_{упр}$  – сила упругости, с которой материал сопротивляется смещению.

Используя выше описанную формулу силы магнитного поля и формулу магнитной индукции соленоида  $B = I_0 W \mu_0 / l_c$ , силу  $F_{m1}$  запишем:

$$F_{m1} = F_{ср} = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 S} = \frac{B^2 S}{2\mu_0} = \frac{(I_0^2 W^2 \mu_0^2 / l_c^2) S}{2\mu_0} = \frac{I_0^2 W^2 \mu_0^2 S}{2l_c^2},$$

где  $I_0$  – сила тока в соленоиде;

$l_{пр}$  – длина проводника;

$W$  – количество витков соленоида;

$l_c$  – длина соленоида.

Приравняв данные формулы получим уравнение:

$$\frac{I_0^2 W^2 \mu_0^2 S}{2l_c^2} = (m_1 + m_2) \cdot \frac{2x}{t_{де}^2} - \left[ \frac{1}{2} B_E^2 \frac{l_n^2}{[\rho + G(l_n / S_n)]^2} \frac{dG}{dx} \right] + m_1 g_h + m_2 g_h + kx.$$

При смещении магнита вниз относительно начального положения, значение силы уменьшается.

Таким образом, имея значения тех или иных параметры, в зависимости от требований и характеристик используемых материалов, осуществляется подбор недостающих данных.

#### Список использованных источников

1. Ермолаева Е.В., Зверев В.А., Филатов А.А. Адаптивная оптика. / Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО. – 2012. – 297 с.
2. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты. – М.: Энергия, 1972. – С. 154, 200.

УДК 621.77

### ФОРМООБРАЗОВАНИЕ СТУПЕНЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ-ВОЛНОВОДОВ ТРУБЧАТОГО ТИПА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ НЕПРОХОДИМОСТИ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЛОЧЕНИЯ

Королёв А.Ю.<sup>1</sup>, Будницкий А.С.<sup>1</sup>, Гончаревич А.Л.<sup>2</sup>, Дай Вэньци<sup>1</sup>, Янович В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

**Abstract.** As an alternative to costly and traumatic procedures for removing obstruction of lower limb arteries in patients with diabetes, a new method for the destruction of intravascular formations has