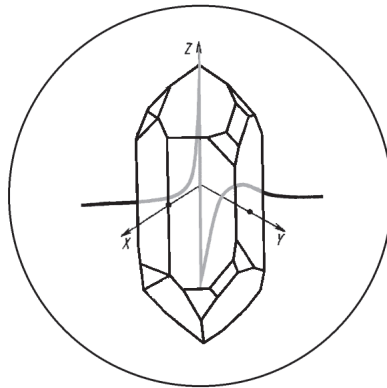


РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Материалы Международной научно-технической
конференции «INTERMATIC – 2013»
2 – 6 декабря 2013 г., Москва

Под редакцией
академика РАН А.С. Сизова

Часть 2

Москва – 2013

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Материалы Международной научно-технической
конференции «INTERMATIC – 2013»
2–6 декабря 2013 г., Москва

Под редакцией
академика РАН А.С. Сизова

Часть 2

FUNDAMENTAL PROBLEMS
OF RADIOENGINEERING AND DEVICE
CONSTRUCTION

Proceedings of the International Scientific and
Technical Conference «INTERMATIC – 2013»
December 2–6, 2013, Moscow

Edited by A. Sigov

Part 2

Москва - 2013

УДК 539.1: 621.315.5: 621.382:

Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения / Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC–2013», 2–6 декабря 2013 г., Москва. / Под ред. академика РАН А.С. Сигова. – М.: Энергоатомиздат, 2013, часть 2. – 224 с.

ISBN 978-5-2830-3351-8

В настоящий сборник включены материалы Международной НТК «INTERMATIC–2013», отражающие новые результаты научных и инженерных исследований в области радиоматериалов и технологий.

Сборник рассчитан на специалистов в области физической электроники и технологии радиоэлектронного приборостроения. Он также может быть использован преподавателями, аспирантами и студентами при изучении соответствующих курсов.

В настоящий сборник также включены соответствующие теме материалы V Всероссийской научно-технической школы-конференции молодых ученых «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения – 2013», 3–6 декабря 2013 г., Москва.

Выполнено при финансовой поддержке РФФИ

Редакционная коллегия:

Ю.В. Гуляев (председатель), А.С. Аджемов, К.А. Воротилов,
П.А. Лучников, И.В. Соловьев, С.А. Никитов, В.Г. Орлов,
А.С. Сигов (ответственный редактор)

Научное издание

Редактор – *А.П. Лучников*
Компьютерная верстка – *Д.С. Серегин*

ОАО издательство «Энергоатомиздат», 107031, Москва, ул. Рождественка, 5/7

Подписано в печать с оригинал-макета 26.11.2013 г.
Формат 84x108/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 25,87. Уч.изд. л. 24,64.
Тираж 150 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Галлея-Принт»

ISBN 978-5-2830-3351-8

© Энергоатомиздат,
МГТУ МИРЭА,
ИРЭ РАН,
2013

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Материалы и технологии | 5 |
| 1. Кускова А.Н., Жигалина О.М. Исследование структуры пленок $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ на подложках MgO | 7 |
| 2. Жигалина В.Г., Хмеленин Д.Н., Жигалина О.М., Шестакова Ю.А., Серегин Д.С., Воротилов К.А. Применение фокусированного ионного пучка для приготовления образцов многослойных композиций на основе плёнок ЦТС для исследования методами просвечивающей электронной микроскопии | 11 |
| 3. Пискарев М.С., Гильман А.Б., Шмакова Н.А., Щеголихин А.Н., Яблоков М.Ю., Кечекьян А.С., Кузнецов А.А. Свойства поверхности пленок сополимера тетрафторэтилена с винилиденфторидом, модифицированных в тлеющем разряде постоянного тока | 14 |
| 4. Лебедев А.И. Гетеропереходы в оксидных системах: разрывы зон и роль многочастичных эффектов | 19 |
| 5. Гильман А.Б., Яблоков М.Ю., Пискарев М.С., Кечекьян А.С., Кузнецов А.А. Адгезионные свойства тонких пленок фторсодержащих полимеров, модифицированных в разряде постоянного тока | 24 |
| 6. Винокуров Д.Л. Численное моделирование магнитной структуры компенсированной границы раздела ферромагнетик-мультиферроик | 28 |
| 7. Иванов А.С., Богомолов А.А., Солнышкин А.В., Силибин М.В. Температурные зависимости фотоэлектрического отклика плёнок ZnO | 33 |
| 8. Сидоркин А.С., Нестеренко Л.П. Особенности динамики доменной структуры в пленках цирконата-титаната свинца под действием импульсных полей прямоугольной формы | 37 |
| 9. Майорова Т.Л., Ключев В.Г., Бездетко Ю.С. Особенности поведения неравновесных носителей заряда в пленочных структурах CDS | 41 |
| 10. Киселев Г.Л. Синтез «идеальных» тонкослойных оптических покрытий | 44 |
| 11. Овчинников Е.В., Лиопо В.А. Энергетические характеристики эпитаксиальных процессов | 48 |
| 12. Абдуллаев Д.А., Зайцев А.А., Кельм Е.А., Милованов Р.А. Ионно-лучевое травление, как промежуточная стадия при удалении пассивационных слоёв микросхем в рамках технологии анализа отказов | 51 |
| 13. Калашников Д.А. Расчет и проектирование мощного предельно-волноводного магнетрона | 58 |
| 14. Павленко А.В., Вербенко И.А., Резниченко Л.А., Шилкина Л.А., Новиковский Н.М., Дудкина С.И., Пономаренко В.О., Голофастова А.С. Диэлектрические и пьезоэлектрические отклики керамики $0.70BiFeO_3-0.30PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O_3$ | 62 |

| | |
|--|-----|
| 15. Михайленко Е.К., Жуков С.С. Электронно-энергетическое строение кристалла Са-монтмориллонита | 66 |
| 16. Барабанова Е.В., Малышкина О.В., Топчиёв А.А., Пугачев С.И. Влияние электродов на диэлектрические свойства керамики на основе системы ЦТС | 70 |
| 17. Борисенко С.А., Иванов В.В. Исследование влияния выдержки во внутреннем поле на скачкообразные процессы переключения в монокристаллах триглицинсульфата | 74 |
| 18. Большакова Н.Н., Некрасова Г.М., Павлов А.В. Процессы переключения сегнетокерамики системы ЦТС | 78 |
| 19. Зубкова Е.Н., Абдуллаев Д.А., Серегин Д.С., Котова Н.М., Воротилов К.А. Особенности микроструктуры пористых пленок ЦТС | 82 |
| 20. Быков И.П., Еремкин В.В., Мараховский М.А., Панич А.А., Смотрakov В.Г., Юрченко Л.П., Ястрабик Л. Природа примесных дефектов и их влияние на электрофизические свойства в твердых растворах $PbZrO_3$ - $PbTiO_3$ - $Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ - $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ | 87 |
| 21. Абубакаров А.Г., Вербенко И.А., Садыков Х.А., Резниченко Л.А., Андриюшин К.П. О возможностях усиления пьезоактивности бессвинцовых сегнетокерамик на основе многокомпонентной системы $(Na,K,Li)(Nb,Sb,Ta)O_3$ | 91 |
| 22. Ефремова П.В., Педько Б.Б., Кузнецова Ю.В. Реальная структура поверхности кристаллов ниобата лития с различными примесями | 95 |
| 23. Григорян Г.С., Солодуха А.М. Влияние импульсного лазерного воздействия на импеданс керамических образцов на основе цирконата-титаната свинца | 98 |
| 24. Гужаковская К.П., Бурханов А.И., Ивлева Л.И. Кинетика тока и диэлектрического отклика после воздействия освещения на монокристалл SBN-75 | 102 |
| 25. Кардашова Г.Д., Сафаралиев Г.К., Билалов Б.А., Шабанов Ш.Ш., Вагабова Г.А. Анализ поверхности излома керамики состава SiC-AlN методами СЗМ и РЭМ | 106 |
| 26. Кочергин И.В., Жога Л.В. Влияние механических напряжений на ток утечки в сегнетокерамике | 110 |
| 27. Лалетин Р.А., Бурханов А.И., Бондаренко П.В., Раевская С.И., Раевский И.П. Низко- и инфранизкочастотные диэлектрические свойства сегнетокерамики $(1-x)NaNbO_3$ - $xLi_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ | 114 |
| 28. Миловидова С.Д., Рогазинская О.В., Сидоркин А.С., Нгуен Хоай Тхьонг, Максимова Е.И., Воротников Е.В. Сегнетоэлектрические свойства кристаллов ТГС с изопропанолом | 118 |

29. **Сопун А.В., Бурханов А.И., Завьялов Г.С., Vormanis K., Smeltre I.** Исследование характера нелинейности низко-инфранизкочастотного диэлектрического отклика в сегнетокерамике $(K_{0,5}Na_{0,5})(Nb_{1-x}Sb_x)O_3 + 0,5 \text{ mol } \% MnO_2$ 122
30. **Сафаралиев Г.К., Кардашова Г.Д., Билалов Б.А., Шабанов Ш.Ш., Вагабова Г.А., Алиев М.А.** Исследование механических свойств карбидкремниевой керамики с различными активирующими добавками 126
31. **Krutov V.V., Sigov A.S., Shchuka A.A.** Formation of regular domain structures in a strip microwave resonator 130
32. **Таланов М.В., Павелко А.А., Резниченко Л.А., Захаров Ю.Н., Лутохин А.Г.** Особенности Е-Т фазовой диаграммы керамик на основе PMN-PT 133
33. **Фам Май Ан, Медников С.В., Бурханов А.И., Сидоренко Н.В., Шеин А.Г.** Особенности теплового расширения монокристаллов ниобата лития 137
34. **Винтайкин Б.Е., Лобойко А.А.** Структурные состояния в сплавах на основе Fe-Nd-B в ходе HDDR процесса 141
35. **Павлов А.Н., Минасян Т.А., Раевский И.П., Малицкая М.А., Раевская С.И., Шевцова С.И., Захарченко И.Н.** Зависимость параметров петли гистерезиса керамики сегнетоэлектрика феррониобата свинца от частоты 143
36. **Аванесян В.Т., Арсова Д., Джамгозова Е.Р.** Электрофизические свойства стеклообразного полупроводника системы Ge-As-S 147
37. **Билалов Б.А., Сафаралиев Г.К., Курбанов М.К., Кардашова Г.Д., Рамазанов Ш.М., Курбайтаев А.Я.** Исследование структурных и оптических свойств твердых растворов $(SiC)_{1-x}(AlN)_x$ 150
38. **Аванесян В.Т., Баранова Е.П., Попчук М.В., Сычев М.М.** Фотополяризационные явления в электролюминесцентной структуре ZnS(Cu) 154
39. **Егоров А.В., Солнышкин А.В., Богомолов А.А., Силибин М.В., Гаврилов С.А.** Температурная зависимость электропроводности и емкости гетероструктур Cu/ZnO/Si 157
40. **Лаеров П.П.** Перспективные пьезоэлектрические пленочные материалы для МЭМС 161
41. **Лаеров П.П.** Получение бездефектных сегнетоэлектрических пленок ЦТС золь-гель методом для устройств МЭМС 165
42. **Ярмоленко М.А., Егоров А.И., Лучников П.А., Лю Чжубо** Процессы легирования вакуумных полимерных покрытий на основе полианилина 169
43. **Рогачев А.В., Лучников П.А., Рогачев А.А., Лю Чжубо, Ярмоленко М.А.** Кинетика воздействия пучка электронов и лазерного излучения на диспергируемый полимер в вакууме 174

| | |
|---|-----|
| 44. Ярмоленко М.А., Лучников П.А., Рогачев А.В., Лю Чжубо Сорбционные свойства полимер-полимерных нанокомпозитов | 178 |
| 45. Чернов П.П., Минахметов А.А., Пономарев А.Ф. Дистанционное изменение проводимости тонких пленок полидифениленфталида | 181 |
| 46. Минахметов А.А., Чернов П.П., Пономарев А.Ф. Исследование эффекта электронного переключения тонкой полимерной пленки полидифениленфталид в зависимости от внешних воздействий | 183 |
| 47. Постников В.В., Камалова Н.С., Саушкин В.В. Качественная оценка возможного влияния слабого импульсного магнитного поля на микроструктуру биопластика | 186 |
| 48. Постников В.В., Камалова Н.С., Евсикова Н.Ю., Матвеев Н.Н., Лисицын В.И. Ионные токи в древесине в неоднородных температурных полях | 189 |
| 49. Банний В.А., Игнатенко В.А. Водосодержащие радиопоглощающие материалы на основе термопластов | 191 |
| 50. Благов А.Е., Васильев А.Л., Кондратьев О.А., Писаревский Ю.В., Просеков П.А., Серегин А.Ю. Возможности комплексной диагностики электронных приборов и их компонент методами высокоразрешающей рентгеновской дифрактометрии, рентгеновской рефлектометрии, стоячих рентгеновских волн и просвечивающей электронной микроскопии | 195 |
| 51. Ивашов Е.Н., Костомаров П.С., Лучников П.А. Повышение качества светового потока в литографии | 200 |
| 52. Костомаров П.С. Выбор варианта управления защищенной системой | 204 |
| 53. Ивашов Е.Н., Кузнецов П.С., Степанчиков С.В. Внутрикамерные функциональные устройства вакуумного технологического оборудования | 209 |
| 54. Кузнецов П.С., Степанчиков С.В. Вводы движения в вакуум с бесконтактным магнитным взаимодействием | 213 |
| 55. Кузнецов П.С., Степанчиков С.В. Экспериментальные исследования газопроницаемости тонкостенных герметизирующих элементов вакуумных устройств с бесконтактным магнитным взаимодействием | 217 |

ВВОДЫ ДВИЖЕНИЯ В ВАКУУМ С БЕСКОНТАКТНЫМ МАГНИТНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

© 2013 г. П.С. КУЗНЕЦОВ, С.В. СТЕПАНЧИКОВ

ОАО «Государственный научно-исследовательский институт приборостроения», г. Москва,
Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ
e-mail: kuziapavel@mail.ru, stepmiem@mail.ru

В работе представлены разработанные вводы движения с бесконтактным магнитным взаимодействием и минимальным дестабилизирующим (загрязняющим) воздействием на вакуумную среду.

Конструкция ввода с бесконтактным магнитным взаимодействием для передачи в высокий вакуум вращательного движения с небольшими нагрузками показана на Рис. 1. Магнитная связь в устройстве обеспечивается радиально расположенными постоянными магнитами.

На ведомом валу 1, расположенном в вакууме и смонтированным на подшипниках 2 и 3 в герметичном корпусе 4, установлены магниты 5, образующие с магнитами 9, установленными в ведущем корпусе 6, радиальную систему постоянных магнитов с зазором между полюсами. В зазоре расположена тонкостенная цилиндрическая часть корпуса 4 (герметизирующая тонкостенная оболочка), выполненная из немагнитного материала.

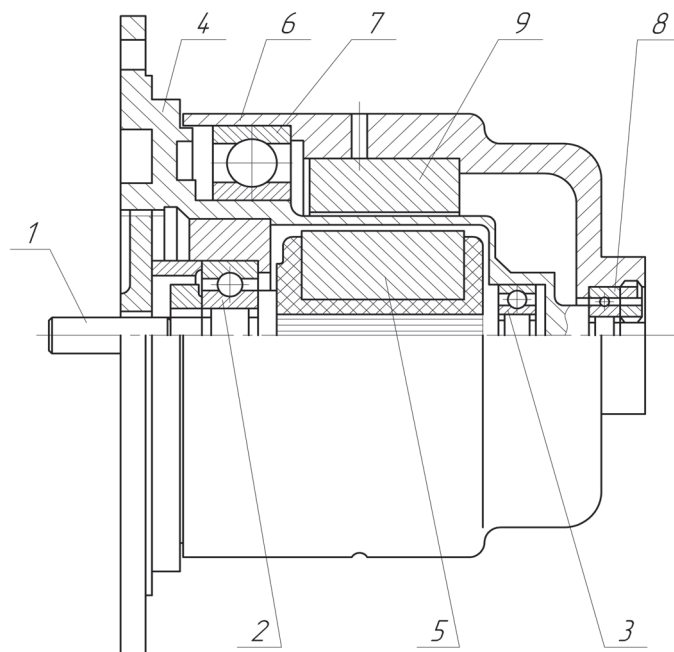


Рис. 1. Ввод с бесконтактным магнитным взаимодействием для передачи вращательного движения в высокий вакуум.

Герметизирующая тонкостенная оболочка ввода движения в вакуум выполнена с пескоструйной обработкой, что позволяет уменьшить газопроницаемость оболочки не менее чем в 7 раз.

Ведущий корпус-вал 6 установлен на вакуумных шарикоподшипниках 7 и 8, также расположенных в герметичном корпусе 4.

Ввод движения герметизируется при установке в вакуумную камеру посредством уплотнителя, размещенного на фланцевой части корпуса.

Конструкция герметичной муфты с бесконтактным магнитным взаимодействием для передачи вращательного движения в вакуум представлена на Рис. 2.

Устройство содержит вакуумный фланец с герметизирующей тонкостенной оболочкой 1, внешнюю кольцевую систему 2 с постоянными магнитами 3, расположенную на шарикоподшипниках 4, вал 5 с магнитопроводом 6, расположенный на шарикоподшипниках 7, втулку 8. На внутренней поверхности 9 втулки 8, обращенной к валу 5, и на самом валу 5 нанесены слои адсорбента, образуя щелевое уплотнение. На частях вала 5 установлены кольцевые магниты 10 и 11. Сепараторы 12 шарикоподшипников 7 выполнены из материала-адсорбента – титанового сплава VT-5.

Перед эксплуатацией муфты происходит её нагрев и обезгаживание. В процессе работы устройства из его шарикоподшипников 7 происходит выделение газового потока и микрочастиц износа. Газы адсорбируются на сепараторах 12, на внутренней поверхности втулки 8 и на самом валу 5, в месте установки втулки 8. В результате образуется газовый барьер, который не позволяет молекулам газов вылетать из шарикоподшипникового узла. Таким образом, в процессе работы внутри устройства образуется свой микроклимат с повышенным давлением. Это обеспечивает уменьшение выноса микрочастиц из узла, а образовавшиеся все-таки частицы износа улавливаются кольцевыми магнитами 10 и 11. Адсорбирование молекул газов на сепараторах 12 позволяет создать так называемое «третье» тело в узле трения, что также обеспечивает повышение работоспособности устройства в условиях вакуума за счет локализации газовых потоков и загрязняющих микрочастиц.

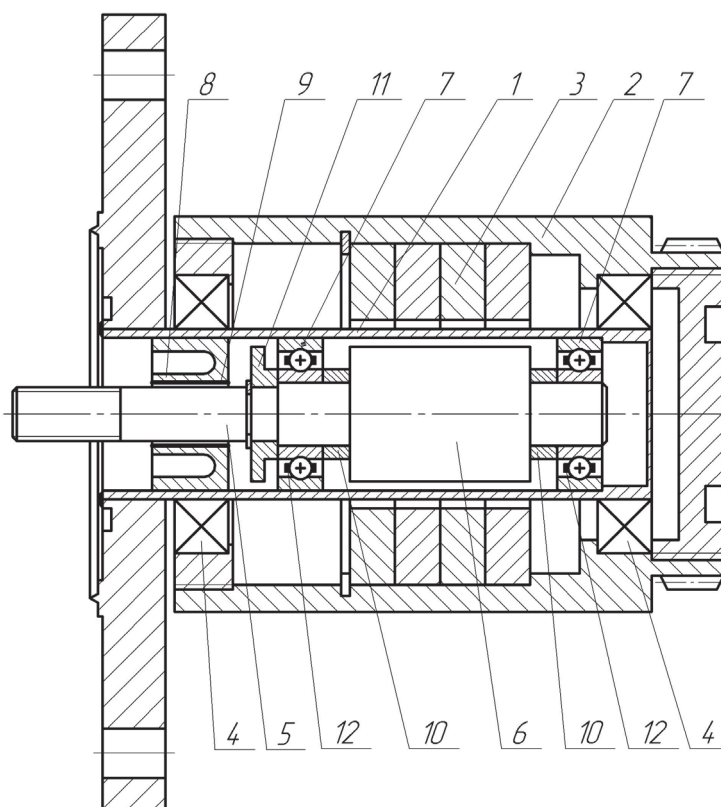


Рис. 2. Герметичная муфта с бесконтактным магнитным взаимодействием.

На Рис. 3 представлена конструкция вакуумного привода устройства с бесконтактным магнитным взаимодействием [1].

Привод содержит электрический разъем 1, защитный кожух 2, шаговый электродвигатель 3, установленный в стакане 10, выполненном одной деталью с фланцем 4, наружный магнит 5 и внутренний магнит (ведущая полумуфта) 6, герметизированную тонкостенную оболочку 7, корпус наружной полумуфты (ведомой) 8, шарикоподшипники 9. Шаговый электродвигатель 3 установлен в стакане 10 через виброизолятор 11. В корпусе ведомой полумуфты 8, за шарикоподшипниками 9, установлены магнитный 12 и электретенный 13 кольцевые улавливатели микрочастиц. Поверхности 14 ÷ 23 внутрикамерной части привода выполнены с радиусами кривизны $r \geq 1,5$ мм.

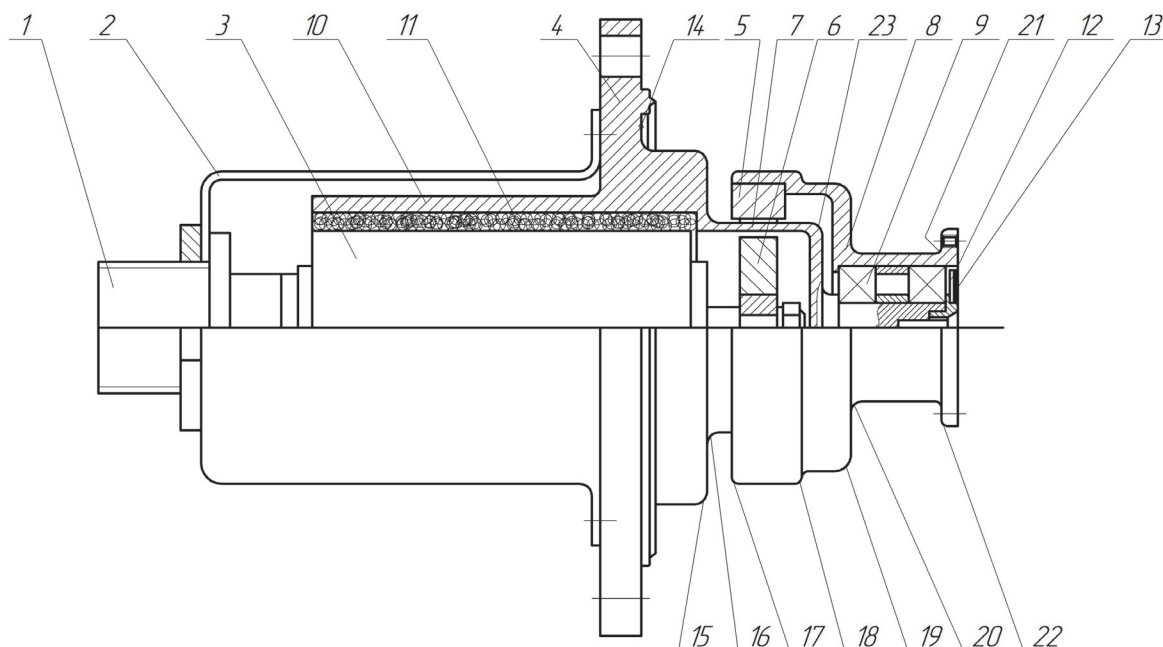


Рис. 3. Вакуумный привод с устройством бесконтактного магнитного взаимодействия.

Установленные в конструкции магнитный 12 и электретенный 13 кольцевые улавливатели позволяют локализовать микрочастицы, образующиеся при работе устройства.

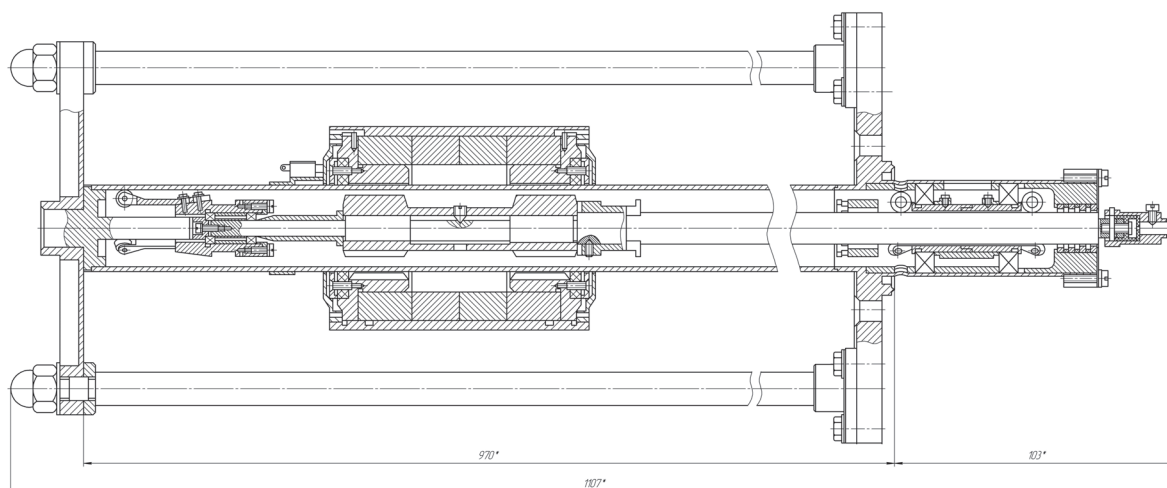


Рис. 4. Модернизированный сверхвысоковакуумный передающий манипулятор на основе устройства с бесконтактным магнитным взаимодействием.

На Рис. 4. представлена конструкция модернизированного сверхвысоковакуумного передающего манипулятора на две степени подвижности: ход манипулятора составляет 600 и 1000 мм, вращение вокруг оси – 360°.

С целью предотвращения вылета и локализации образующихся в опорах качения микрочастиц, в выходной части манипулятора установлено устройство состоящее из 4-х последовательно установленных кольцевых магнитных ловушек.

Зазоры между кольцевыми магнитами и выходных валом манипулятора выполнены различной величины. Первые два кольцевых магнита предназначены для улавливания крупных микрочастиц, а два последующих – для улавливания средних и мелких микрочастиц.

Расположение устройства локализации в выходной части манипулятора обеспечивает свободный доступ к кольцевым магнитам, с целью очистки последних от собранных микрочастиц.

Магниты, необходимые для обеспечения работоспособности манипулятора и расположенные в вакуумной части конструкции, также являются естественными ловушками образующихся микрочастиц.

Разработан ряд вводов движения в вакуум с бесконтактным магнитным взаимодействием для технологического и аналитического оборудования и методы их расчёта [2 ÷ 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васин В.А., Ивашов Е.Н., Кузнецов П.С., Степанчиков С.В.* Системы приводов для работы в сверхчистой вакуумной технологической среде // Приводная техника. – 2011. - № 1 (89). – С. 37-47.
2. Патент РФ на ПМ №106463, кл. G02F 6/00, 10.07.2011, Бюл. № 19.
3. *Васин В.А., Ивашов Е.Н., Кузнецов П.С., Степанчиков С.В.* Устройства с бесконтактным магнитным взаимодействием для специального технологического оборудования // Технология машиностроения. – 2011. – № 2 (104). – С. 47-51.
4. *Васин В.А., Ивашов Е.Н., Кузнецов П.С., Степанчиков С.В.* Проектирование внутрикамерных устройств вакуумного оборудования для экологически чистых и энергосберегающих технологий // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2011. – №4. Т.16, – С. 49-55.