

5. Веттегрень В.И., Мамалимов Р.И., Соболев Г.А. Размытый фазовый переход в поверхностном слое кварца при изменении температуры // Физика твердого тела. 2013. Т. 55, вып. 10.– с.1987–1992.

ВОЗРОЖДЕНИЕ КАТОДНО-ВАКУУМНОГО НАПРАВЛЕНИЯ АО «ПЛУТОН»

REVIVAL OF THE CATHODE-VACUUM DIRECTION OF JSC «PLUTON»

И.П.Ли / i.li@pluton.msk.ru, Н.Е.Леденцова

I.P.Li, N.E.Ledentsova

АО «Плутон», г. Москва

В статье рассмотрены основные достижения и перспективы развития Технического центра «Базовые технологии ЭВП» АО «Плутон».

The article discusses the main achievements and prospects for the development of the technical center «Basic technologies of EVP» of JSC «Pluton».

ВВЕДЕНИЕ

Статья посвящена 90 – летнему юбилею АО «Плутон»

Экономический коллапс, охвативший страну в 90-х годах XX столетия, привёл к разорению или перепрофилированию ряда предприятий, занятых в сфере производства электровакуумных приборов, а недофинансирование научно-технологических работ и эпизодичность госзаказов привели к катастрофическому снижению научно-технического потенциала предприятий, в той или иной степени сохранивших своё профильное направление. Безусловно, эти последствия незамедлительно отразились и на функционировании специализированных технологических служб АО «Плутон», в частности, подразделений, связанных с катодно-вакуумной техникой и технологиями (потеря ведущих специалистов, отсутствие финансирования для закупки приборов, оборудования, сырья и полуфабрикатов, всеобщая депрессия и пр.).

Однако, в нулевых годах XXI века приборы СВЧ ЭВП вновь стали востребованными, а задачи по созданию современных приборов с более высокими тактико-техническими характеристиками, - актуальными и жизненно необходимыми. Для решения этих задач необходимо было в кратчайшие сроки возродить катодно-вакуумное направление и, более того, воссоздать его на более высоком научно-техническом уровне. К этому времени в АО «Плутон» сохранилось лишь небольшое число сотрудников в той или иной степени связанных с производством стандартных типов эффективных катодов. Для разработки и выпуска более современных типов приборов, отличавшихся совершенно новыми эксплуатационными параметрами, достигнутого уровня в области катодной техники было явно не достаточно. В связи с этим в 2008 году руководством предприятия было принято решение о создании специального катодного подразделения. В 2009 году это решение было реализовано созданием отдела разработки катодов (ОРК), на тот момент состоявшим из 3 человек. Естественно, отдел с подобным составом, в принципе, не мог решить назревшие за два десятилетия проблемы. Поэтому для реализации задач по созданию высокоэффективных катодов, необходимо было в кратчайшее сроки усилить отдел выпускниками ВУЗов, вернуть на работу хоть часть специалистов-катодников,

оснащаться самым необходимым для работы комплексом технологического и исследовательского оборудования и многое другое.

На подбор выпускников ВУЗов, их переподготовку, на поиск наставников по направлениям, на восстановление утраченных связей с внешними организациями и пр., понадобилось более 3-4 лет. К 2014 году отдел состоял уже из 12 человек, а в 2015 году, после разработки и внедрения в серийное производство ряда инновационных технологий, ОРК был преобразован в Технический Центр «Базовые технологии ЭВП».

В настоящее время ТЦ «Базовые технологии ЭВП» является уникальным, и, пожалуй, единственным в РФ подразделением (рис. 1), состоящим из 26 специалистов, среди которых 1 доктор физико-математических наук, 6 кандидатов наук и 14 молодых специалистов.

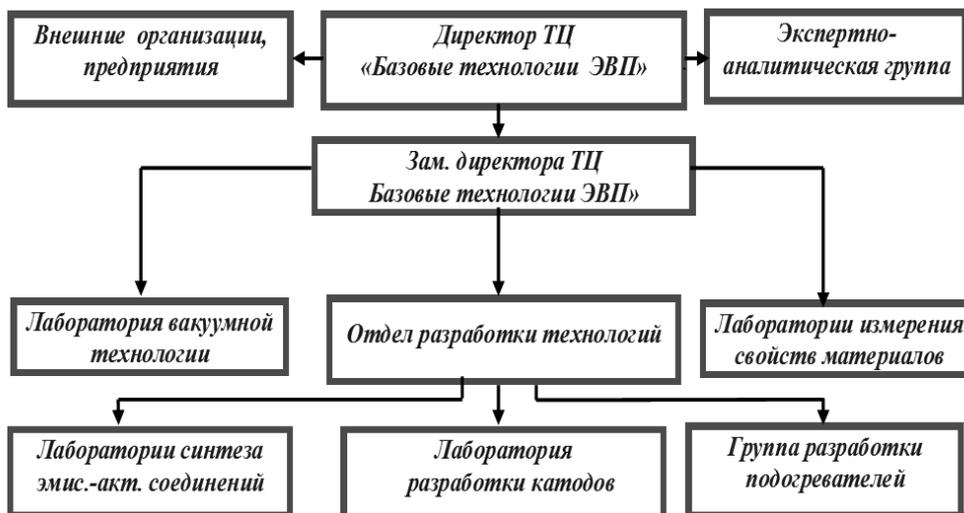


Рис. 1. Структура ТЦ «Базовые технологии ЭВП».

На рис. 2 приведены основные задачи, поставленные перед сотрудниками подразделения, на рис. 3 - направления исследований, а на рис. 4 - схема взаимодействия с внешними организациями и предприятиями.

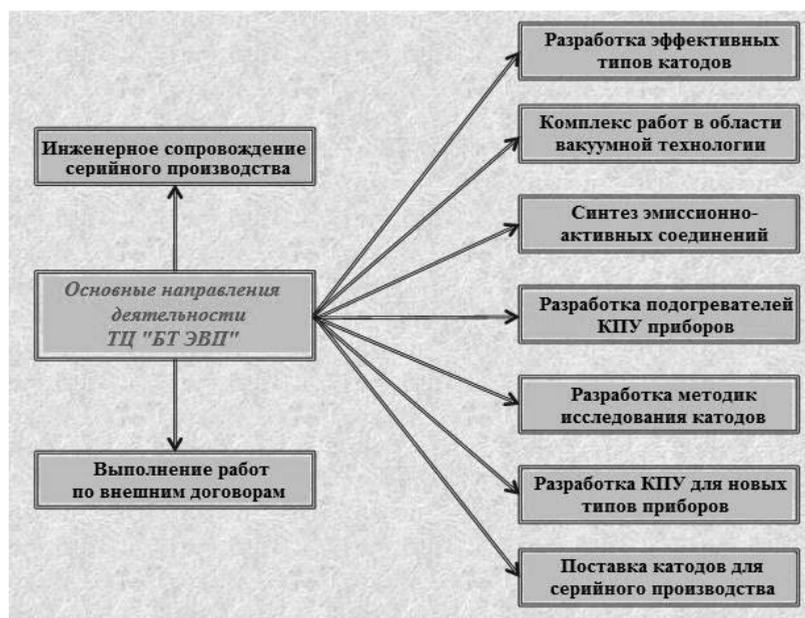


Рис. 2. Задачи ТЦ «Базовые технологии ЭВП».

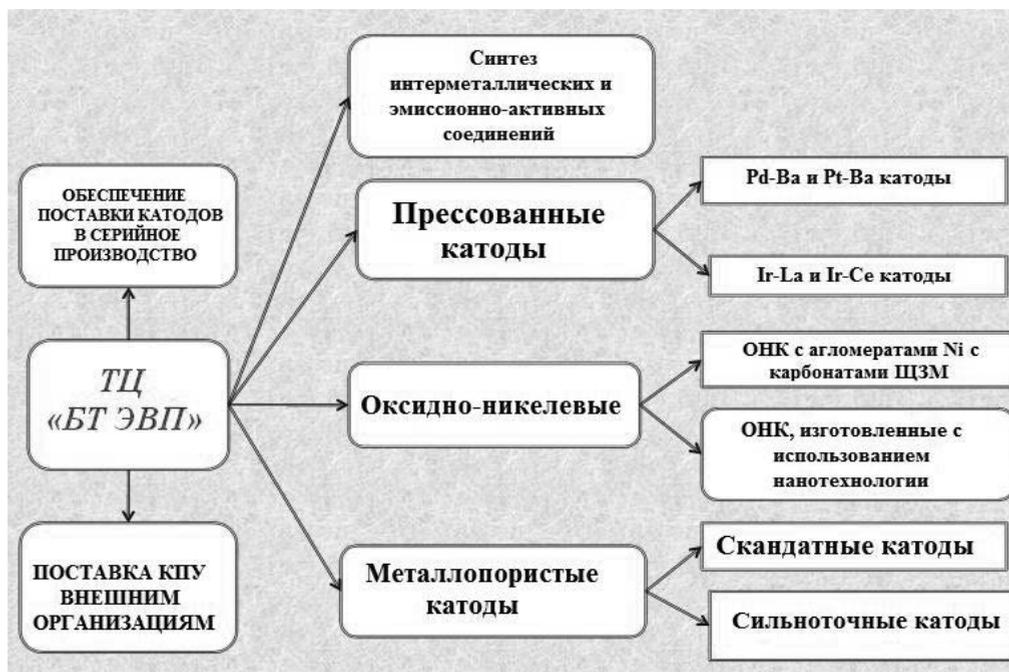


Рис. 3. Направления исследований ТЦ «Базовые технологии ЭВП».

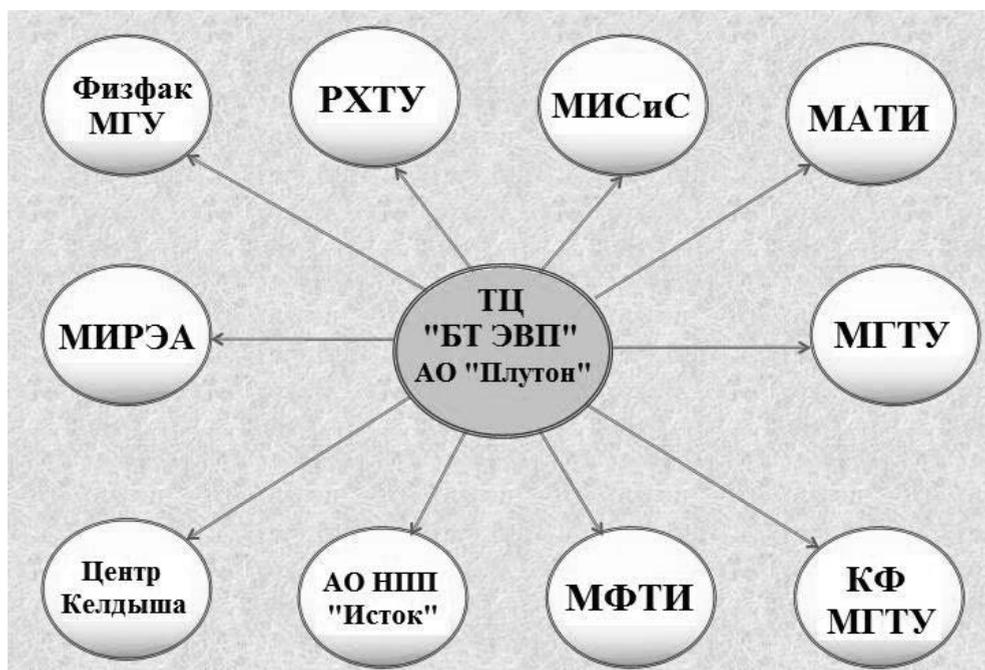


Рис. 4. Взаимодействие ТЦ «Базовые технологии» с внешними предприятиями и организациями.

Сотрудниками подразделения за последние 10 лет были разработаны и реализованы принципиально новые прорывные технологии, которые позволили предприятию выйти на стабильный уровень производства ЭВП:

1. Создание и внедрение в серийное производство управляемой технологии изготовления прессованных палладий-бариевых катодов [1-9] позволило наладить стабильный выпуск магнетронов с безнакальным запуском. Внедрение разработанной технологии в серийное производство позволило существенно снизить (примерно в 4-5 раз)

длительность тренировки в генераторном режиме, повысить выход годных приборов с 45 – 50 % до 70 – 80 % и увеличить КИМ по палладию с $15^{\pm 5}$ % до $50^{\pm 5}$ %.

2. Одним из важнейших условий при выпуске приборов СВЧ с оксидными катодами является наличие в производстве качественного, особо чистого тройного карбоната бария-стронция-кальция. В результате ликвидации в 90-х годах завода «Эмитрон», обеспечивавшим тройным карбонатом потребности всех предприятий МЭП в СССР, и отсутствия на рынке более или менее серьёзного изготовителя этой важнейшей продукции, наметился острейший дефицит в тройном карбонате бария-стронция-кальция. К 2020 году эта проблема была успешно решена сотрудниками ТЦ «Базовые технологии ЭВП», силами которых была разработана и внедрена в серийное производство технология синтеза тройного карбоната марки КТА-1-6 [10-11]. В настоящее время ведутся исследования в области создания тройного карбоната бария-стронция-кальция с игольчатой структурой кристаллитов и тройного карбоната, содержащего частицы нанопорошка никеля [12-15]. Также сотрудниками подразделения ведутся работы по внедрению в серийное производство управляемой технологии изготовления прессованных оксидно-никелевых агломерированных катодов [16-18], обладающих высокой тепло- и электропроводностью и стабильными термоэлектронными и вторично-эмиссионными свойствами.

3. На основе результатов исследований, выполненных в последние годы в ТЦ «Базовые технологии ЭВП», в настоящее время ведутся работы по созданию цепочки мощных магнетронов с безнакальным запуском и катодов О-типа с малым, не более 1 с, временем готовности.

4. Достаточно большой интерес представляют также результаты исследований в области откачки ЭВП с использованием акустических ультразвуковых волн непосредственно в процессе их обезгаживания [4]. Данный способ позволяет, наряду с достижением стабильно-высокого вакуумного состояния в приборах, вдвое сократить длительность откачки ЭВП.

Следует также отметить, что сотрудниками ТЦ «Базовые технологии ЭВП» за последние годы опубликовано порядка 200 научных статей, получено 10 патентов на изобретения.

ВЫВОДЫ

Создание в АО «Плутон» специализированного подразделения ТЦ «Базовые технологии ЭВП» позволило в оптимально короткие сроки решить целый спектр задач в области катодно-вакуумных технологий, практическая реализация которых позволила существенно улучшить тактико-технические характеристики выпускаемых предприятием приборов СВЧ диапазона длин волн и использовать эти наработки при проектировании совершенно новых типов ЭВП, востребованных как в народном хозяйстве, так и в оборонно-промышленном комплексе РФ. Таким образом, благодаря сформированной структуре удалось не только сохранить многолетние наработки, но и существенно приумножить потенциал предприятия в области катодно-вакуумных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ли И.П., Дюбуа Б.Ч., Каширина Н.В., Комиссарчик С.В., Лифанов Н.Д., Зыбин М.Н. / Магнетрон с безнакальным катодом // Патент РФ № 2380784, приоритет с 24.10.2008г.
2. Ли И.П. Наноструктуры в палладий-бариевых катодах в СВЧ-приборах // Электроника: Наука. Технология. Бизнес. - 2018. - № 5 (00176). - с. 144-151.
3. Ли И.П. Магнетроны импульсного действия - всё дело в катоде // Электроника: Наука. Технология. Бизнес. - 2012. - № 5 (00119). - с. 84-87.

4. Ли И.П., Петров В.С., Васильевский В.В., Гайдар А.И., Прокофьева Т.В. Исследование процесса активации пресованного палладий-бариевого катода магнетрона с безнакальным запуском // Известия вузов. Электроника № 6(98) 2012. - с. 17-25.

5. Ли И.П., Петров В.С., Поляков В.С., Силаев А.Д., Харитонов Н.Е., Минин А.А., Гайдар А.И. Одновременное активирование автоэлектронного и вторично-эмиссионного катодов магнетрона с безнакальным запуском // Известия вузов. Электроника № 3(107) 2014. - с. 30-37.

6. Polivnikova O.V., Li I.P. Pressed metal-alloy palladium-barium cathode // 978-1-4673-5977-1/13/\$31.00 ©2013 IEEE.

7. Капустин В.И., Ли И.П., Шуманов А.В., Москаленко С.О. Нанокристаллитные фазы в палладий-бариевых катодах СВЧ-приборов // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2018. – Т. 23, № 5. – С. 14-21.

8. Капустин В.И., Ли И.П., Шуманов А.В., Москаленко С.О., Буш А.А., Лебединский Ю.Ю. Кристаллическая и электронная структура компонентов палладий-бариевых катодных материалов // Материалы XXV научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов «Вакуумная наука и техника». – М.: «Новелла». – 2018. – С. 340-345.

9. Монография. Капустин В.И., Ли И.П. Теория, электронная структура и физикохимия материалов. М.: ИНФРА-М. – 2020. С 263– 309.

10. Приборы электровакуумные / карбонаты щелочноземельных металлов бария, стронция, кальция // ТУ 26.11.12-001-07629356-2018.

11. Ли И.П., Карсакова М.Б., Иванченко И.В., Провоторов М.В. / Размерные и морфологические характеристики осадков тройных карбонатов бария-стронция-кальция, как исходных катодных материалов, в процессах их синтеза в водных растворах // Вакуумная наука и техника: Материалы XXIV научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов. Крым, 2017. С. 303-311.

12. Ли И.П., Бажанов Ф.В., Калужин С.В., Леденцова Н.Е., Каширина Н.В. / Магнетрон с пресованным оксидно-никелевым катодом // Патент РФ № 2579006, приоритет изобретения 24 ноября 2014 г.

13. Капустин В.И., Ли И.П., Леденцова Н.Е., Турбина А.В. Электронная структура оксида бария в оксидно-никелевых катодах // INTERMATIC - 2015, часть 2 - С.22-26.

14. Харитонов Н.Е., Ли И.П., Каширина Н.В., Минин А.А. Исследование процессов пресования, спекания и химической обработки пресованных оксидно-никелевых катодов // Вакуумная наука и техника: Материалы XX научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов. М., 2013. С. 246-248.

15. Капустин В.И., Ли И.П., Леденцова Н.Е., Кожевникова Н.Е., Серпичев А.С. / Нанопорошок никеля как эффективный активатор оксидно-никелевых катодов // Материалы XXVII научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов. Крым 2020., С 251-255.

16. Ли И.П., Лифанов Н.Д., Петров В.С., Ханбеков И.Ф. и др. / Способ откачки ЭВП // Патент РФ № 2644553, приоритет изобретения 24.10.2018г.

17. Ханбеков И.Ф., Петров В.С., Ли И.П., Полунина А.А., Локтев Д.Н. Исследование процессов на поверхности и в объеме материалов магнетрона в условиях термического и термоакустического воздействия на его корпус при откачке воздушной атмосферы // Физика и химия обработки материалов. 2020, № 1, с. 1-7.

18. Ханбеков И.Ф., Ли И.П., Петров В.С., Михайлов В.П. / Применение акустически стимулированной термодесорбции в производстве электровакуумных СВЧ приборов // Материалы XII международной научно-технической конференции. М. 2017. 7174 С. Вакуумная техника, материалы и технология.