

ВИНАХІДНИК і РАЦІОНАЛІЗАТОР

BP
2003
№2

Предплатний індекс 74250

Изобретатель
и рационализатор

Inventor
and rationalizer

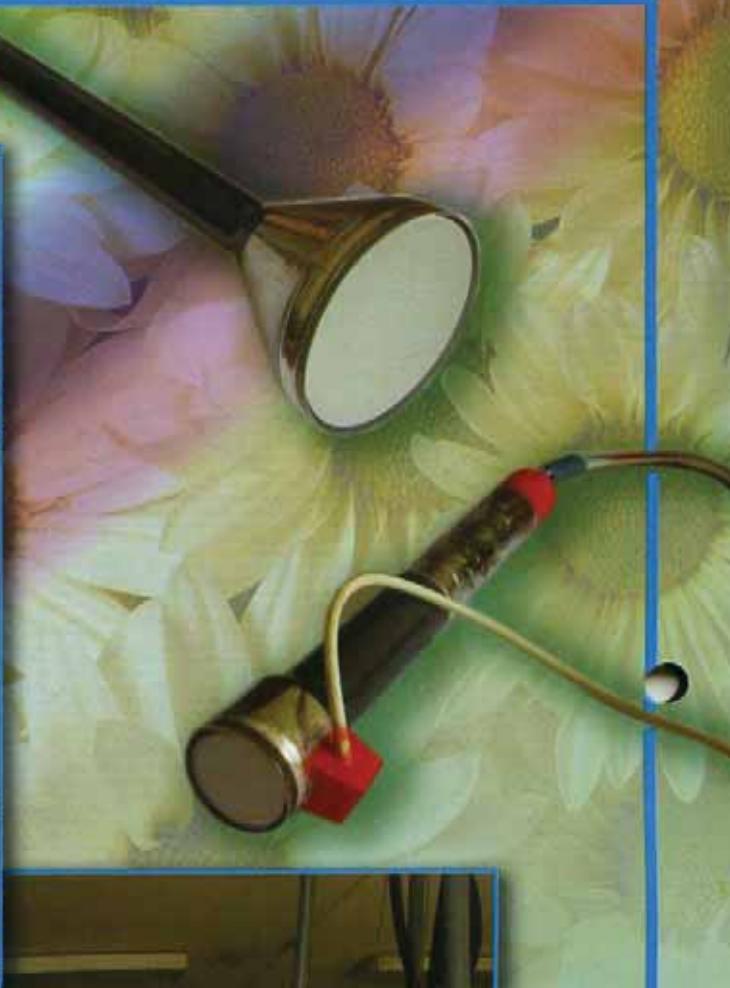
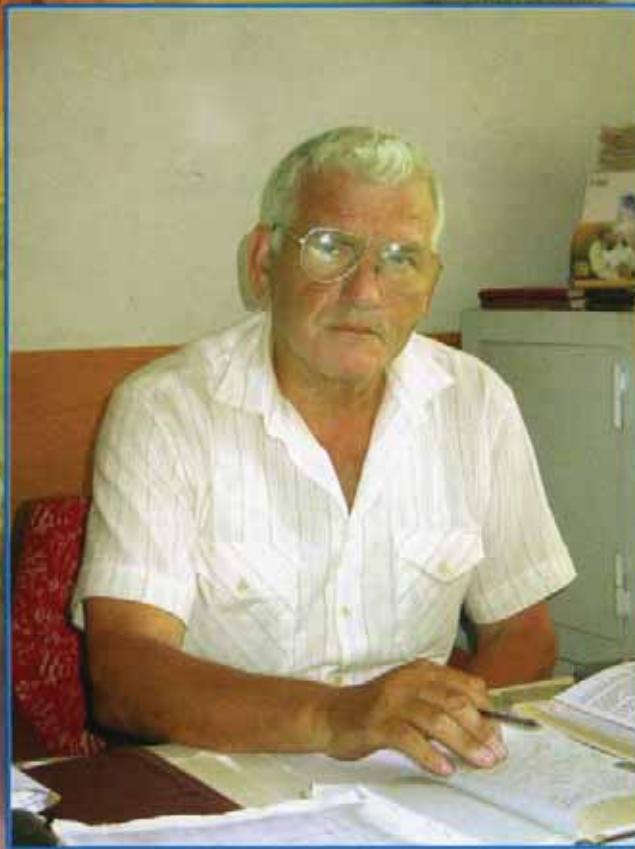
Erfinder
und Rationalisator

Inventeur
et rationalisateur



Розроблений в Україні перший
екологічно безпечний телевізор

Читайте в номері



Унікальні світові розробки Осаяленка Миколи Федоровича — головного наукового консультанта Інституту проблем електроної техніки УАН, генерального директора ТОВ «Нікос-Еко», фахівця в галузі радіоелектроніки та електронної техніки, дійсного члена (академіка) Української академії наук, Лауреата Державної премії України в області науки і техніки.



Унікальні світові розробки Осаяленка Миколи Федоровича — головного наукового консультанта Інституту проблем електроної техніки УАН, генерального директора ТОВ «Нікос-Еко», фахівця в галузі радіоелектроніки та електронної техніки, дійсного члена (академіка) Української академії наук, Лауреата Державної премії України в області науки і техніки.





Винахідник і раціоналізатор
Изобретатель и рационализатор
Inventor and rationalizer
Erfinder und Rationalisator
Inventeur et rationalisateur

Науково-популярний, науковий журнал

Засновник журналу:

Українська академія наук
національного прогресу

Зареєстровано:

Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України

Свідоцтво: Серія KB №4278

Головний редактор

Володимир Сайко, кандидат технічних наук

Голова редакційної ради

Олексій Оніпко, доктор технічних наук

Заступник голови редакційної ради

Василь Ващенко, доктор технічних наук

Редакційна рада

Баладінський В. Л. д.т.н., Бендаловський А. А., Ващенко В. П. д.т.н., Вербицький А. Г. к.т.н., Висоцький Г. В., Гулямов Ю. М. к.х.н., Демчишин А. В. д.т.н., Додонов О. Г. д.т.н., Донченко Г. В. д.б.н., Друкований М. Ф. д.т.н., Дьюмін М. Ф. д. архітектури, Калита В. С. к.т.н., Корнєєв Д. І. д. т. н., Коробко Б. П. к.т.н., Курський М. Д. д.б.н., Лівійський О. М. д.т.н., Маслюк В. Д. д.Ф-м.н., Наритник Т. М. к.т.н., Оніщенко О. Г. д.т.н., Пилинін О. В. к.т.н., Ситник М. П., Скрипников М. С. д.м.н., Третяков О. В. к.т.н., Удод Є. І. д.т.н., Федоренко В. Г. д.е.н., Хмара Л. А. д.т.н., Хоменко І. І. д.а.н., Черевко О. І. д.е.н., Якименко Ю. І. д.т.н.

Погляди авторів публікацій не завжди співпадають з точкою зору редакції. Відповідальність за зміст реклами несе рекламодавець. Всі права на статті, ілюстрації, інші матеріали, а також художнє оформлення належать редакції журналу "Винахідник і раціоналізатор" і охороняються законом. Відтворення (повністю або частково) текстових, фото та інших матеріалів без попередньої згоди редакції журналу "BIP" заборонено.

Не дивлячись на те, що у процесі підготовки номера використовувалися всі можливості для перевірки фактичних даних, що публікуються, редакція не несе відповідальність за точність надрукованої інформації, а також за можливі наслідки, пов'язані з цими матеріалами.

Формат 60×84^{1/8}.
Папір крейдяний. Ум.-друк. арк. 4,65.
Наклад 3420 прим. Зам. №23-302.
Передплатний індекс 74250

Адреса:
м. Київ-142, вул. Семашко, 15,
Тел./факс: 423-45-39, 423-45-38,
E-mail: anp@ln.kiev.ua

© «Винахідник і раціоналізатор»

Зміст

Колонка редактора

- В. Сайко*
Зірка вітчизняних винахідників 2

Нові технології

- Осауленко Н.Ф.*
Електронно-лучевая пространственно-временной модулятор света с равновесной записью 3
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Передавальна електронно-променева трубка — пірокон 4
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Індексна електронно-променева трубка 6
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В., Новиков А.О.
Пристрій для реєстрації високоочастотних сигналів 9
Осауленко Н.Ф., Шутовский В.В.
Новий способ картографирования местности 11
Осауленко Н.Ф., Шутовский В.В.
Устройство отображения информации с низким уровнем вредных излучений 12
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В., Култашев О.К.
Новий високоефективний катодний матеріал для електронних приладів 15
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Катодний вузол прямого розжарювання для електронно-променевих приладів 17
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Способи складання електронних гармот з металосплавним катодом 20
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Електроннооптична система для кінескопів 23
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В., Забарская В.І.
Способ електротермогренування катодів прямого розжарювання 25
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Основні структурні модифікації емісійних систем ламінісцентних ламп низького тиску 27
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Нова газорозрядна лампа високого тиску і спосіб її виготовлення 29
Осауленко М.Ф., Шутовский В.В.
Електрична лампа розжарювання загального призначення 30
Осауленко Н.Ф., Полов Н.С., Сивак Н.С., Шутовский В.В.
Новые разработки рентгеновских трубок 32

3 історії винахідництва

- Захматов В.Д., Быков С.А.*
Істория развития импульсной техники 33

Нове в гідролокації

- Князюк А.Н.*
Начало гидрофизической локации 36
Князюк А.Н.
Противотеррористическая и противодиверсионная оборона морских стратегических объектов 37

Винахідники України

- Ю. Киклевич*
Создатель первых в мире комбайнов для крутых пластов 39

Виставочний павільон

- В. Сайко*
Примус: Машиностроение и металлообработка 40

Вірка вітчизняних винахідників

Творчий шлях Миколи Федоровича, автора серії статей у цьому номері журналу, наповнений цікавими подіями. Фактично ці матеріали – новітні напрямки розвитку не тілько вітчизняних, але і світових технологій. Коли ми йшли на зустріч з Лауреатом Державної премії України в області науки і техніки, то збиралися вз'яти інтерв'ю у науковця, заслуженого винахідника та раціоналізатора, автора 120 наукових праць і винаходів, запатентованих як в Україні, так і за кордоном. Але звичайного інтерв'ю не вийшло, воно перетворилося на відверту бесіду з людиною, яка не тільки багато бачила але багато зробила, людиною цікавою і неординарною.

Микола Федорович, після закінчення Київського політехнічного інституту Від 1966 по 1990 роки працювали у науково-дослідному інституті електромеханічних пристрій на інженерних та наукових посадах. Але мало кому відомо, що в цей період під Вашим керівництвом, як головного конструктора, була розроблена перша у світі система відображення телевізійної інформації з космосу на екран розміром 10x10 кв.м. Розкажіть про ці події більш детально нашим читачам.

Все почалося з того, що США відмовили проханню колишнього СРСР щодо телетрансляції у підмосковний центр кадрів про висадку американських астронавтів на поверхню Місяця. І це незважаючи на те, що за цю інформацію з космосу пропонувалася сума близько 100 млн. долл. США. Тоді і було принято рішення про побудову власної приймальної системи, яка змогла б вловити і розшифрувати телепередачу з американського космічного корабля, а також відобразити її на величезному (10x10 кв.м) екрані центру космічних польотів. І ось за цю задачу я взявся, будучи ще зовсім молодим інженером. Були виконані найновіші наукові розробки і одержаний унікальний пристрій точно у визначений (американцями) термін польоту і висадки людини на Місяць. Ця комплексна система відображала телевізійну інформацію на екрані розміром 10x10 кв.м так, як це спостерігали на їх батьківщині у США.

Які роки творчої діяльності Вам найбільш запамяталися?

Це безумовно були 80-і роки. У 1987 році за розробку кінескопа з прямонакальним металоісплавним катодом для уніфікованого телевізорів "Фотон-234 К" і за успіхи в економічному і соціальному розвитку Української РСР Головним комітетом ВДНГ УРСР я був нагороджений Дипломом першого ступеня і Золотою медаллю. А

на слідуючий рік за розробку прямонакального металоісплавного катодного вузла та кінескопа на його основі для уніфікованого телевізорів кольорового зображення "Славутич-Ц280 КП" Головним комітетом ВДНГ УРСР я також був нагороджений Дипломом першого ступеня і Золотою медаллю. У цьому ж році за розробку уніфікованого кольорового телевізорів "Горизонт Ц-261В" мене нагородили Дипломом та Золотою медаллю, а за роботи в області радіоелектроніки було присвоєно звання Лауреата Державної премії СРСР в області науки і техніки. В 1992 році я став Лауреатом Державної премії України в області науки і техніки.

Яка у Вас є мрія як науковця і винахідника?

Розроблені мною катодні вузли, кінескопи і телевізори в дійсний час впроваджуються в серійне виробництво на заводі "Екранас" у Литві та телевізійних заводах Білорусі та Росії, де я маю чудових партнерів. Основною перевагою таких телевізорів є те, що вони не впливають на здоров'я людей, менше споживають електроенергії, мають менший час готовності до роботи (до 1 с) і більший термін служби. Такі ж переваги мають і дисплейні монітори. Дуже хочеться, щоб в Україні скристаліся реальною можливістю заповнити світовий ринок екологічно безпечними телевізорами, дисплеями і були відновленими тисячі робочих місць в електронній галузі.

Крім науково-дослідної діяльності, якою роботою Ви займаєтесь в останній час?

У 1993 році разом з Українською академією наук я заснував спільне підприємство



Зліва направо: Микола Осауленко, Володимир Сайко, Владислав Шутовський

"Інститут проблем електронної техніки", в якому в дійсний час являюсь головним науковим консультантом. У тому же році також заснував НВО "Комос-Наука", де працював генеральним директором до 1996 року. Сьогодні я являюсь генеральним директором ТОВ "НИКОС-ЕКО".

Р. Необхідно ще відмітити, що багато разів після ознайомлення з роботами Миколи Федоровича та після прочитання ним лекцій за кордоном, його не один раз умовляли залишитись, пропонували кращі умови праці, та ні – бажає працювати вдома для України. Характерно, що Микола Федорович водночас сподівається на позитивні зміни в Україні, і працює, додаючи труднощі. Слід зауважити, що колектив, яким керує Микола Федорович займається і іншими цікавими розробками, деякі з яких публікуються у цьому номері.

Коли верстався цей номер в редакцію надійшла інформація, що за розробки екологічно чистого телевізора та за інші розробки академіка Миколи Федоровича Осауленко Українська академія наук нагородила Міжнародною Золотою медаллю Платона. Редакція журналу "Винахідник і раціоналізатор" приведується до поздоровлень і бажає і надалі зберегти творчий запал для плідної праці на благо суспільства. Здоров'я, добра і злагоди!

Інтерв'ю провів головний редактор Володимир Сайко

Електронно-лучевий пространственно-временно-модулятор світла з рівновесною записю

Осгуленко Н.Ф.



Осгуленко Н.Ф.

Одними из самых перспективных устройств для ввода информации в оптические вычислительные машины, а также для проектирования телевизионных изображений на большой экран являются электронно-лучевые пространственно-временные модуляторы света (ПВМС) с записью электронным лучом на кристаллах DKDP [1-4]. По способу записи зарядового рельефа эти ПВМС разделяются на модуляторы с равновесным и неравновесным режимами записи [5]. Описанию экспериментального устройства и ряда характеристик ПВМС с равновесной записью посвящена эта работа.

Схема действующего макета электронно-лучевого ПВМС с равновесной записью изображена на рис. 1. Элементом ПВМС, модулирующим свет, является электрооптическая мишень, состоящая из з-реза кристалла DKDP 1, наклеенного на флюоритовую подложку 2. Толщина кристалла 200 мкм. На поверхности, обращенную к электронной пушке, нанесено диэлектрическое зеркало 3. Перед мишенью, на расстоянии 50 мкм расположена основная ("управляющая") сетка 4. На расстоянии 3-4 мм от мишени расположена дополнительная ("коллекторная") сетка 5 для сбора пролетавших через первую сетку вторичных электронов. Потенциал этой сетки больше потенциала основной на 200 В. Электрод 6 на поверхности кристалла, выполненный в виде прозрачного металлического слоя, играет роль сигнальной пластины. Охлаждение мишени осуществляется с помощью трехкаскадного термоэлектрического охладителя на элементах Пельтье 7. Температура кристалла DKDP может изменяться от +20 до -76°C.

В электронной пушке используется металлокерамический катод прямого накала 8. Вблизи катода расположен предускоряющий электрод 9, отверстие в котором играет роль эффективного эмиттера. Анод пушки 10 заземлен. Магнитная линза 11 расположена так, чтобы на поверхности мишени получилось пятно размером 0,5-0,7 от размера отверстия в предускоряющем электроде.

При записи изображения видеосигнал с передающей камеры 12 подается на видеоусилитель 13 и блок строчной и кадровой разверток 14 для синхронизации разверток. Токи строчной и кадровой разверток подаются на отклоняющие катушки 15. В блоке 14 происходит также выделение импульсов гашения, которые поступают на усилитель гасящих импульсов 16. Усиленные импульсы гашения подаются на управляющий электрод 17 для запирания электронной пушки на время обратного хода разверток.

Видеосигнал с выхода усилителя 13 поступает на сигнальную пластину 6. Сканирующий по поверхности мишени электронный луч с постоянной плотностью тока доводит потенциал точки мишени до потенциала "управляющей" сетки. В результате на поверхности кристалла оказывается записанным потенциальный рельеф, соответствующий входному сигналу. Поскольку применяется режим равновесной записи, то процессы записи и стирания объединены.

Для работы электронно-лучевого ПВМС в равновесном режиме записи необходимо знать область значений ускоряющих напряжений, в которой коэффи-

циент вторичной эмиссии мишени больше единицы. Были проведены измерения коэффициента вторичной эмиссии σ мишени ПВМС методом одиночных импульсов [6]. Зависимость σ от ускоряющего напряжения представлена на рис. 2.

Оптимальное значение коэффициента вторичной эмиссии равно двум [7], однако электронная пушка макета дает достаточно малый диаметр луча при ускоряющем напряжении ≥ 700 В. Поэтому запись потенциального рельефа в равновесном режиме проводилась при ускоряющем напряжении 700 В.

Чтывание записанного изображения производилось следующим образом. Линейно-поляризованный свет от источника 18 (см. рис. 1) дважды проходит через кристалл, отражаясь от зеркала 3, и из выхода поляризатора-анализатора 19 становится модулированным по амплитуде. Распределение интенсивности света в изображении описывается выражением [8]

$$I(x, y) = I_0 \sin^2 [\pi U(x, y) / 2U_{\lambda/2}] \quad (1)$$

где I_0 — интенсивность падающего на кристалл света; $U(x, y)$ — распределение разности потенциалов между соответствующими точками передней и задней поверхностей кристалла; $U_{\lambda/2}$ — полуволновое напряжение, которое зависит от типа кристалла, его температуры и длины волны модулируемого света. Измерения показали, что для данной мишени минимальная величина $U_{\lambda/2} = 180$ В (с учетом диэлектрического зеркала) при длине волны света $\lambda = 0,63$ мкм. Формируемое ПВМС изображение регистрируется фотоприемником 20.

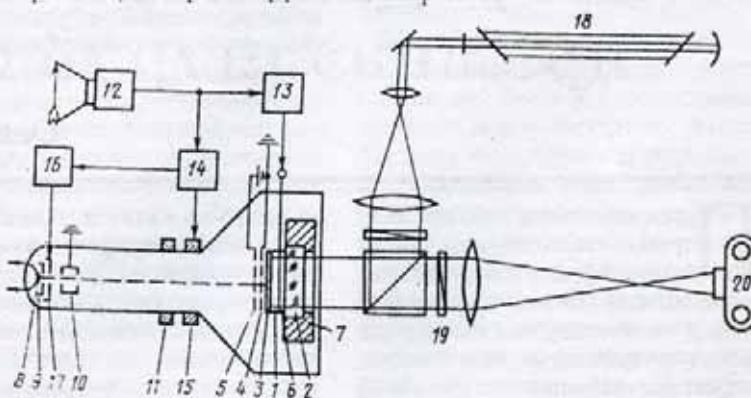


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

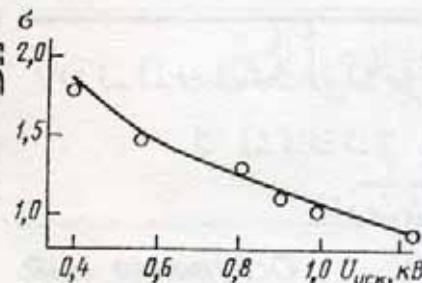


Рис. 2. Залежність коефіцієнта вторинної емісії мишени ПВМС від ускорюючого напряження

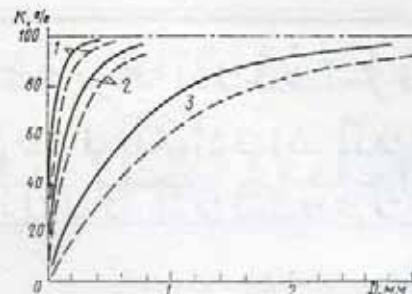


Рис. 3. Залежність відношення критичного потенціала до потенціалу управлюючої сітки від діаметра записуючого лука:
 $b = 40$ (1), 100 (2) і 400 мкм (3)

Особистю ПВМС з рівновесною записью є сильна залежність розширяючої спосібності від відстані між мишеною та основною сіткою. Ця залежність пов'язана не тільки з розсиванням вторинних електронів, вибітіх з мишени (як це вважається звичайно [1]), але і з обмеженням потенціала, до якого можна зарядити мишень на високих просторових частотах. При заряді позитивного пятна конечних розмірів потенціал в просторі мишень – сітка може змінюватися вздовж осі Z немонотонно. Це приводить до виникненню потенціального бар'єру для вторинних електронів, коли потенціал в центрі пятна перевищує некоторе значення (в [9] такий потенціал називається критичним). Потенціальний бар'єр возвиває частину вторинних електронів, незважаючи на те, що середнє поле (різниця потенціалів між сіткою та мишеною, ділення на відстань між мишень – сітка b) є для вторинних електронів оттягиваючим.

При заряді отрицателючого пятна, відмінно від предыдущого випадку, утворюється потенціальна яма, що сприяє розпливанню пятна, але не препятствує дальнішому заряду даної точки мишени.

Якщо відомо розподілення потенци-

ала в просторі мишень – сітка, то критичний потенціал пятна можна определити з умови рівності нулю нормальної до мишени (ось Z) компоненти поля.

Таким чином, учитувайши, що в просторі мишень – сітка потенціал залежить від z як $V_i \operatorname{sh} p(b-z)/\operatorname{sh} pb$ [10] (де p – просторова частота, V_i – потенціал на поверхні мишени), можна вичислити критичний потенціал для заряду в формі крутого пятна або стріхи по формуле

$$K_{cr}(D) = \frac{\int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{p^2 D^2}{16}\right) dp}{\int_0^{\infty} p \left(\sqrt{\epsilon_r \epsilon_0} \operatorname{ctg} pl \sqrt{\frac{\epsilon_r}{\epsilon_0}} + \operatorname{ctg} pl \right) dp}$$

$$\times \frac{\int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{p^2 D^2}{16}\right) \operatorname{ctg} pl dp}{\int_0^{\infty} \left(\sqrt{\epsilon_r \epsilon_0} \operatorname{ctg} pl + \operatorname{ctg} pb \right) dp}$$

Где ϵ_r, ϵ_0 – значення діелектричної проникливості кристалла DKDP в направліннях, перпендикулярному та паралельному оптическій осі кристалла соот-

вітственно; l – товщина кристалла DKDP; D – діаметр електронного лука (заступається, що ток в луці розподілений по закону $j_n \exp[-4(x^2 + y^2)/D^2]$).

Пунктирними лініями на рис. 3 показані криві, розраховані для двумерного випадку (заряджається пятно гауссової форми).

З рис. 3 видно, що при збільшенні діаметра лука критичний потенціал стремиться до рівновесного.

Для підтримання заданого відстані між мишеною та сіткою в нашій конструкції ПВМС використовувалися капроно-вів нити діаметром 50 мкм, проложені між мишеною та сіткою.

Література

- Ж.Мари, Ж.Донжон, Ж.П.Азан. В кн.: Достижения в технике передачи и воспроизведения изображений. – М.: Мир, 1978, т. 1, с. 246.
- D. Casasent. Optical Engineering, 17, 341 (1978).
- В.Г. Малышаков, С.К. Манкевич, А.И. Нагаев, В.Н.Парыгин, Г.Н.Ставраков. Квантовая электроника, 6 2393 (1979).
- А.И. Нагаев, В.Н.Парыгин, Л.В.Щекутров, В.Б.Багликов, Н.Ф.Осгуланско. "Квантовая электроника", 8, № 10 (1981).
- В.Г.Малышаков, С.К.Манкевич, А.И.Нагаев, В.Н.Парыгин, Г.Н.Ставраков, Л.В.Щекутров. Техника кино и телевидения, № 7, 53 (1978).
- А.Р.Шульман, С.А.Фридрихов. Вторичная электронная эмиссия. – М.: Наука, 1977.
- В.В.Кобильчак, А.К. Нагаев, В.Н. Парыгин, Л.В.Щекутров. Квантовая электроника, 8, 70 (1981).
- Е.Р.Мустель, В.Н.Парыгин. Методы модуляции и сканирования света. – М.: Наука, 1970.
- Л.А.Серебров, С.А.Фридрихов. Радиотехника и электроника, 5, 1680 (1960).
- J. Donjon, M. Decaesteker, B. Monod, R. Petit. Acta Electronica, 18, 187 (1975).

Передавальна електронно-променева трубка – пірокон

Осулленко М.Ф., Шутовський В.В.

Передавальні електронно-променеві трубки – пірокони працюють в діапазоні інфрачервоного випромінювання (на довжині хвилі 8–14 мкм). Їх використовують в тепловізорах, тобто, в приладах, що призначенні для спостереження слабо нагрітих об'єктів [1]. Пірокон практично нічим не відрізняється від відікона (телевізійна передавальна труб-

ка, працююча в видимій області спектра), тільки замість напівпровідникової світло-чутливої мишени в піроміметрі використовується піроелектрична мишень, тобто, мишень, чутлива до теплового випромінювання. Інтенсивний розвиток цих нових електронно-променевих приладів був обумовлений наявністю створити скануючий перетворювач плоского "теплового" зображення об'єктів

(невидимого для людського ока) в видиме. Аналогічно принципу відікона, на мишень пірокона проектується за допомогою інфрачервоного об'єктива "теплове" зображення об'єкта в вигляді температурного реф'єфа, що повторює інтенсивність теплового випромінювання об'єкта. Завдяки піроелектричним властивостям мишени температурне поле на його поверхні перетворюється в

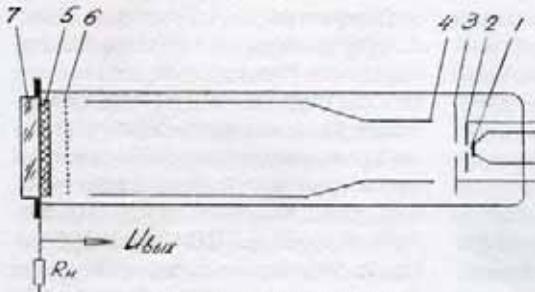


Рис. 1. Схема пірокона

потенціальні, які зчитується скануючим електронним променем пірокона. Вихідний сигнал з нагрузки пірокона подається на управлюючий електрод приймальної електронно-променевої трубки, екран якої відображає в видимому спектрі інфрачервону картину випромінювання об'єкта, що спостерігається.

Так як піроелектрична мішень пірокона більш чутлива до температурних ефектів, чим до квантovих (як у відіконі), вона сприймає випромінювання будь-якої довжини хвилі, яке проектується на її поверхню вхідним об'єктивом. При цьому охолодження мішені не потрібно, що є головною перевагою пірокона перед дрігими передавальными трубками, розробленими для роботи в інфрачервоному діапазоні.

Формування зчитуючого електронного променя здійснюється електронним прожектором, що складається з термокатода 1, управлюючого електрода 2, анода 3 і фокусуючого електрода 4 (Рис. 1). Управлючий електрод має негативний по відношенню до катода потенціал, за рахунок чого відбувається керування величиною струму електронів, відбираємих від поверхні катода. Для роботи в режимі повільних електронів (характерному для сучасних конструкцій піроконів) перед піроелектричною мішенню 5 розміщують мілкоструктурну сітку 6, створюючу однорідне електричне поле, яке забезпечує орто-гональне падіння електронного променя на поверхню мішенні. Одночасно вона є колектором вторинних електронів мішенні.

Пірокон має вигляд скляного балона діаметром 25 мм і довжиною 150-170 мм. В передній частині балона знаходиться вхідне вікно 7, яке виготовляють з прозорого германію товщиною 2 мм. Таке вікно має максимальне пропускання випромінювання в спектральному діапазоні 9-14 мкм, що відповідає "вікну прозорості" атмосфери.

Піроелектричні мішенні спектрально неселективні, тому робочий діапазон спектральної чутливості пірокона повністю визначається матеріалом вхідного вікна. Матеріали, які використовуються для виготовлення піроелектричних мішенні: тригліцинсульфат (ТГС), дейтерированний тригліцинсульфат (ДТГС), тригліцинінторберілат (ТГФБ).

В піроконах використовують також керамічні мішенні, виготовлені з титанату барію і твердих розчинів циркона-та-титаната свинцю. Поширення піроелектричної кераміки для піроконів обумовлено її низькою вартістю, можливістю одержання робочих мішенні великої площа, малої товщини і різної форми при високій відтворюваності електрических властивостей.

До основних параметрів піроконів відноситься температурна чутливість, оцінювана мінімальним значенням температурного контрасту ΔT послідовно візуалізованих елементів об'єкта спостереження, при якому забезпечується задане відношення сигнал/шум. Так, пірокон ТН 9851 фірми Томсон має температурну чутливість 0,1°C.

Другим основним параметром пірокона є глибина модуляції електронного променя, яка визначається амплітудою вихідного електричного сигналу при максимальному контрасті вхідного сигналу, тобто, при максимальному градієнти температур на мішенні.

Третім основним параметром пірокона є його роздільна здатність. Вона визначається в лініях на 1 мм поверхні мішенні:

$$N = \frac{1}{2L_0}, \text{ де } L_0 = \sqrt{Kh/\pi E_s} -$$

— характеристична довжина, на якій температура мішенні падає в e раз.

При цьому

$$E_s = 4\sigma T_m^3 / \pi (\epsilon_1 + \epsilon_2) -$$

— питомі радіаційні і теплові втрати мішенні,

K — коефіцієнт тепlopровідності,

b — товщина мішенні,

T_m — температура мішенні,

σ — постійна закону Стефана-Больцмана,

ϵ_1, ϵ_2 — коефіцієнти тепловипромінювання лицьової і тильної сторони мішенні.

Практично параметр роздільної здатності піроконів знаходиться в межах 10-15 ліній на 1 мм. Щоб не втратити чіткість теплової картини при її зчитуванні, потрібно в електронному промені пірокона мати роздільну здатність не гіршу за N . При умові роботи в режимі повільних електронів (тобто, прискореніх до енергії порядка декількох сот електрон-вольт) витримати таку роздільну здатність електронно-променевої системи непросто. Тому для забезпечення необхідного робочого діаметра променя на мішенні в управлюючому електроді або в аноді електронного прожектора пірокона ставлять вірізуючу діафрагму діаметром 20-30 мкм, створюючи тим самим апертуру пучка електронів, яку за допомогою фокусуючої системи практично без зміни розмірів переносять на робочу поверхню мішенні.

Використання вірізуючих діафрагм такого малого розміру неефективно в поєднанні з оксидним катодом, бо тільки з невеликої частини робочої площа катода іде струмовідбір в електронно-оптичний канал пірокона, а решта робочої поверхні оксидного катода (діаметр якої складає близько 1 мм) генерує електрони даремно — вони повертаються назад на катод. Це зменшує ефективність катода, бо більша частина енергії живлення розігріву катода не використовується по призначенню. Крім того, різка нерівномірність смісійного навантаження на катод (що вимушено зроблено з-за малої питомої густини смісії оксидного катода) приводить до скорочення його терміну служби.

Враховуючи недоліки відомої конструкції пірокона, нами розроблений новий пірокон, в якому в якості джерела електронів використаний створений нами високоекспективний металосплавний катод [2, 3], питома густина смісії якого на порядок перевищує смісійні можливості оксидного катода. Результати випробувань показали, що в піроконі з таким катодом досягнута глибина модуляції вихідного сигналу в 1,5 рази більша, ніж в відомих конструкціях. Крім того, за рахунок того, що зона токовідбору на поверхні катода зменшилась (через більш високу густину смісії електронів), вдалось збільшити роздільну здатність пірокона на 30%.

Завдяки високій смісійній здатності катоди в новому піроконі мають менші розміри.

Ще одна перевага розробленого пірокона полягає в тому, що термін його служби збільшується до 15-20 тисяч годин за рахунок:

— некритичності металосплавного катода до нерівномірності смісійного навантаження на його робочу поверхню;

— меншої швидкості випаровування смісійної компоненти металосплавного катода порівняно з оксидним.

Крім того, розроблений пірокон вигідно відрізняється від відомих аналогів тим, що час його готовності завдяки використанню розробленого нами [4] пряморозжарювального металосплавного катода скоротився до 1 с (замість 5-6 секунд в відомій конструкції).

Області практичного використання піроконів достатньо широкі. Це по-перше, неруйнівний контроль і прогнозування надійності виробів електронної техніки. Для цього використовують тепловізор-мікроскоп з піроконом, який дозволяє контролювати електролюмінесценцією (рекомбінаційне) випромінювання з p-i-n-областей напівпровідникової структури діодів і транзисторів, вихідчих по рівню за межі допустимих, контролювати оптимальні компонування структур інтегральних схем, погрішності суміщення при фотолітографії і інші дефекти технології і виробництва приладів електронної техніки.

По-друге, перспективно використання піроконів для зйомок теплових карт місцевості на основі дистанційного обміру температури земної поверхні з борту літака. Такі теплові карти несуть інформацію про енергетичний стан досліджуваних ділянок поверхні Землі, що використовується для вирішення певних наукових і практичних задач. Теплові карти дозволяють відшукувати місця підземних витоків в снегосистемах, тепломагістралях, дренажних системах, очагів зародження пожеж. Пірокони незамінні при рятувальних роботах після землетрусів, пожеж, в умовах високої задимленості. Так, розроблені авторами пірокони були використані при відшукуванні людей під завалами, що сталися внаслідок землетрусу в Спітаку.

Нові технології

Теплові карти суттєво відрізняються від аерофотозйомок, через те, що в формуванні останніх приймають участь відбиті випромінювання, а в формуванні теплових карт, — в основному, власні випромінювання об'єктів. Тому на теплових картах спостерігаються нагріті об'єкти або ділянки місцевості, які не виявляються на фотозйомках (так, наприклад, сліди трас підводних човнів і інші). Крім того зйомку теплових карт можна вести в нічних умовах і умовах непрозорості атмосфери (туман, хмари, димка, тощо). Але найбільша перевага зйомок за допомогою пірокона порівняно з аерофотозйомками є та, що пірокон дозволяє отримувати інформацію в реальному масштабі часу.

Література

- Л.З.Криксунов, Г.А.Падалко. Тепловизоры, Киев "Техніка", 1987.
- М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Катодний матеріал для електронно-променевого приладу і спосіб його виготовлення. Міжнародний патент № WO 00/021110, НОІ 1/14, опубл. 13.04.00.
- М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Матеріал для катода електронних приладів. Патент України № 28129, НОІ 11/14, опубл. 16.10.2000 р.
- М.Осауленко, В.Шутовський. Катодний вузол прямого розжарення для електронно-променевих приладів. Патент України № 28130, НОІ 1/16, опубл. 16.10.2000.

Індексна електронно-променева трубка

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

Технічна ідея, яка лежить в основі роботи індексного кольорового кінескопа, відома давно [1].

Використання індексних кінескопів для відображення кольорової відеоінформації, має ряд суттєвих переваг перед класичними трохпроменевими кінескопами з тіньовою маскою [2]. По-перше, в індексному кінескопі для відображення кольорової відеоінформації достатньо одного електронного променя і, отже, одного катода. Це значно спрощує конструкцію електронної гармати кінескопа і підвищує його надійність. По-друге, в індексному кінескопі відсутня тіньова маска, яка у звичайному кольоровому кінескопі перехоплює до 80% струму електронного променя, в результаті чого корисно використовується тільки його п'ята частка. По-третє, індексний кінескоп не критичний до впливу магнітних полів навколо іншого електроустаткування, а також магнітного поля землі, що дає можливість без ускладнень використовувати його на транспорті, зокрема, в автомобілях. Є ще ряд переваг, таких, як стабільність геометрических параметрів растру, висока роздільна здатність кольорового зображення, що відображається на екрані і т.п.

Вказані переваги індексного кінескопа спонукали багато всесвітньовідомих фірм (таких, як Соні, Тошиба, Панасонік, Томсон) до їх широкої розробки і створення телевізорів на їх основі [3,4]. Але витративши великі суми асигнувань на ці програми і одержавши, в результаті, серійні зразки телевізорів, вказані фірми вимушенні були відмовитись від їх масового випуску

по тій причині, що для формування тонкосфокусованого променя в індексному кінескопі потрібно було використати високу напругу на другому аноді, сягаючу 30 кВ і більше. Це робить індексний телевізор джерелом надзвичайно шкідливого жорсткого рентгенівського випромінювання. Технічна причина того, що потрібно було використовувати підвищені напруги на другому аноді індексного кінескопа, полягала в обмеженості смісійних можливостей оксидних катодів. Для одержання електронних пучків малих розмірів потрібно було переходити на малі розміри апертурних отворів модуляторів, а це при використанні оксидних катодів не давало можливості досягти необхідної для опромінювання екрана величини струму електронного променя. Тому необхідну яскравість скрана в індексних кінескопах забезпечували за рахунок значного підвищення анодної напруги.

При використанні в індексному кінескопі високоефективних металосплавних катодних матеріалів, розроблених авторами [5,6], густина смісії яких на порядок більша, ніж в оксидних катодах, відкривається можливість (за рахунок збільшення струму променя) зменшити напругу на другому аноді до величин, що не викликають рентгенівське випромінювання скрана кінескопа, тобто, до 20-22 кВ.

Для індексних кольорових кінескопів потрібно враховувати особливість їх формуючої електронно-оптичної системи, яка повинна забезпечити одержання на люмінесцентному скрані електронної плями у вигляді штриха, вузького в напрямку

горизонтальної розгортки. Така форма електронної плями необхідна для того, щоб електронний промінь мав можливість по черзі опромінити три різні по кольору люмінофорні смуги в межах однієї люмінофорної тріади, що складається з цих смуг і захисних проміжків між ними і представляє собою одиничний елемент горизонтальної роздільної здатності індексного кінескопа. Для того, щоб розмір цього елемента збігався з його розміром по вертикалі (що необхідно для одержання якісного зображення на скрані), електронний промінь індексного кінескопа по горизонталі повинен мати значно менші розміри, а саме такі, як ширина однієї люмінофорної смуги.

Досягається така форма електронної плями різними шляхами. Відома конструкція слікторно-оптичної системи індексного кінескопа [3], яка штрихово формує електронної плями забезпечує за рахунок вирізування (діафрагмування) із загальноого потоку електронів, що генерується круглою торцевою поверхнею смітера (катода), тільки його вузької центральної частини, обумовленої прямокутним щилиногідним отвором розмірами 0,25 x 0,65 мм, виконаним в прилеглому модуляторі. При такому методі одержання штрихового променя має місце низька ефективність використання робочої поверхні смітера, тому що відбір смісійного струму відбувається тільки з вузької частини цієї поверхні. Решта робочої поверхні генерує електрони даремно, бо вони, не будучи пропущеними через вузький отвір модулятора, повертаються назад до смітера. При цьому да-

ремно витрачається значна частина потужності розігріву смітера. Метод діафрагмування електронного потоку має ще один недолік – відбувається сильний перстрів модулятора тією частиною площини торцевої поверхні смітера, що виявляється пе-реяктою плоским модулятором, розташованим від поверхні смітера на дуже малій відстані (порядку 0,1 мм). Перегрів модулятора приводить до його короблення і порушення установленої робочої відстані між ним і смітером, що, у свою чергу, при-водить до нестабільності електричних па-раметрів електронно-променевої трубки (змінюється її запірна напруга, що визна-чає режими модуляції електронного про-меня зовнішнім сигналом).

Крім того, сильно виражена не-рівномірність навантаження на робочу поверхню смітера, що має місце відомий електронно-променевій трубці, скорочує термін служби катода і, отже, усього кінескопа в цілому.

Відома також інша конструкція електронно-променевої трубки, що формує штриховий промінь [7]. Ця трубка містить послідовно розташовані у вакуумному ба-лоні металостлавний смітер із торцевою поверхнею, виконаною у вигляді прямо-кутника, модулятор і прискорюючий елек-трод з круглими апертурними отворами, систему фокусування, систему відхилення променя у вертикальному і горизонталь-ному напрямках і люмінесцентний екран, при цьому осі симетрії торцевої поверхні смітера рівнобіжні напрямкам вертикаль-ного і горизонтального відхилення, а роз-міри цієї поверхні менше розмірів апер-турного отвору в модуляторі.

Недоліком цього технічного рішення є те, що розміри торцевої поверхні смітера менше розмірів апертурного отвору модулятора. Зазначений недолік виявляється в тому, що при великому токовідборі, тобто, при повному "відкриванні" променя зни-женням напроти зміщення на модуляторі, крім електронів торцевої поверхні, починають брати участь у поповненні струму променя також і електрони, що генерують-ся бічними гранями смітера і, отже, харак-теризуються поперечним напрямком ре-зультуючого вектора початкових швидко-стей (на відміну від осьового напрямку вс-тота початкових швидостей електронів, що генеруються торцевою поверхнею смітера). Внаслідок вищесказаного, "бічні" електрони не фокусуються в тій крапці на екрані, де фокусуються "торцеві" (па-раксіальні) електрони, а створюють орсол навколо цієї крапки, тобто, навколо основ-ного ядра фокусування променя. Розміри орсола залежать від ступеня "відкриван-ня" променя, тобто, від ступеня викорис-тання бічних поверхонь смітера для збільшення струму променя. Ефект орсо-ла, що описується, погіршує якість зобра-ження, а саме, зникає роздільну здатність, контрастність, і чіткість зображення на ск-

рані електронно-променевої трубки. При використанні даного технічного рішення в індексному кінескопі при великих рівнях яскравості буде спотворюватися також і передача кольору через засічування вказаним ореолом суміжних колірних люмінофорних смут. Погіршується також якість генерації індексного сигналу, яка залежить від того, наскільки ширина електронного штриха на екрані більше ширини індекс-них смут, нанесених на екран трубки для прив'язки електронного променя до триад колірних люмінофорних смут.

При розмірах торцевої поверхні смітера, менших, ніж розміри апертурного отвору модулятора, як прийнято у згаданому технічному рішенні, виникає різкий градієнт електричного поля на гострих краях переходу від торцевої поверхні смітера до бічної. Це сильно спотворює при-катодну імпресійну лінзу (зростає її сферична аберрація), утворену між торцевою по-верхністю смітера, що має форму прямокутника, і модулятором, що має круглий отвір. Внаслідок викривлення прикатодного елек-тричного поля додатково погіршується якість фокусування електронної плями на люмінофорному екрані відомої електронно-променевої трубки, причому розми-вається вже основне ядро фокусування електронного променя по ширині штриха (через збільшення коефіцієнта сферичної аберрації прикатодної імпресійної лінзи з заз-начененої вище причини).

Наступним недоліком відомого техніч-ного рішення є низька чутливість моду-ляції інтенсивності електронного променя через те, що смітер, який має прямокутну форму, досить далеко відстоїть від края модуляційного отвору, що має круглу форму. Особливо сильно чутливість модуляції падає в центральній зоні смітера, найбільш віддаленої від країв отвору в модуляторі. Тому при запиренні променя у відомому технічному рішенні спочатку будуть запиратися краї смітера, більш близькі до модулятора, а потім його цен-тральна частина. Це виклике не-рівномірність яскравості електронного штриха уздовж його більшої сторони на люмінесцентному екрані трубки при модуляції зовнішнім сигналом.

Ще одним недоліком відомого техніч-ного рішення, є неможливість сформу-вати електронний штрих з великим відношенням довжи-ни до ширини, що необхідно для індекс-них кінескопів. Це пояснюється тим, що круглий апертурний отвір модулятора має фокусуючу дію як у поперечному відносно сформованого електронного штри-ха напрямку, так і в

поздовжньому, "стискаючи" його по дов-жині замість того, щоб "розтягувати". Збільшувати ж заздалегідь довжину тор-цевої поверхні смітера не має сенсу тому, що це спричинить, відповідно до суті відомого рішення, пропорційне збільшення діаметра апертурного отвору в модуляторі, що, як відомо, приведе до втрати модуляційної чутливості системи смітер-модуля-тор, тобто, для керування інтенсивністю електронного променя будуть потрібні великі рівні модулюючих напруг.

Авторами була розроблена конструкція індексної електронно-променевої трубки [8], що забезпечує одержання на екрані вузької електронної плями штри-хової форми з великим відношенням дов-жини до ширини.

Суть технічного рішення, покладеного в основу розробки, полягає в тому, що в електронно-променевій трубці, що містить смітер з електронів із торцевою поверхнею, виконано у вигляді прямо-кутника, апертурні отвори в модуляторі і прискорюючому електроді виконані ана-логічно смітеру також у вигляді прямо-кутника, ширина якого дорівнює 0,2 – 1 мм, а довжина перевищує ширину в 1-8 разів, при цьому всі симетрії зазначеного прямо-кутника рівнобіжні відповідним осім симетрій торцевої поверхні смітера, а розміри його сторін обрані меншими відповідних розмірів смітера на величину, рівну подвоєному розміру робочої відстані між смітером і модулятором.

Завдяки подібності форми і практично-му збігу розмірів торцевої поверхні смітера і апертурного отвору модулятора, в роз-робленій конструкції досягається висока ефективність використання площини катода, що сміте. По цій же причині відсутній перегрів модулятора і, отже, його коробле-ння (розпечений смітер практично весь знаходиться над отвором модулятора і тому не розігріває його), а також забезпе-чується висока рівномірність смісійного навантаження на робочу поверхню смітера (через відсутність ненавантажених ділянок смітера, із яких немає відбору смісійного струму), що збільшує термін служби смітера.

У розроб-ленії

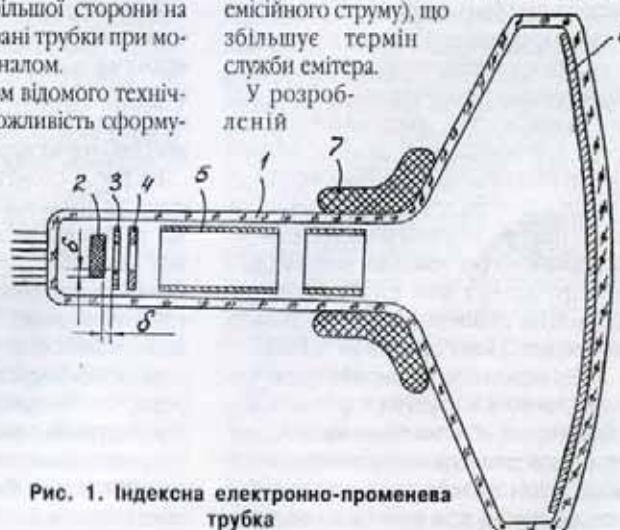


Рис. 1. Індексна електронно-променева трубка

конструкції електронно-променевої трубки при максимальному струмі променя смісія електронів із бічних граней смітера, на відміну від відомої конструкції, знаходиться в режими запирання (завдяки перекриванню крайів смітера модулятором), внаслідок чого орсол навколо сфокусованої електронної плями на екрані відсутній. Фізично це обумовлено тим, що модулятор трубки, який має розміри свого апертурного отвору дещо менші, ніж розміри смітера, і негативний щодо нього потенціал, придушиє своїм полем емісію електронів з бічних граней смітера. Завдяки пропусканню тільки параксіальних електронів, випромінюваніх торцевою поверхнією смітера, досягається чітке (беззорсольне) фокусування штрихової електронної плями в площині люмінесцентного екрана. Підвищенню чіткості фокусування електронного променя сприяє також і те, що в зоні відбору струму з смітера електричне поле імерсійної лінзи не спотворюється, як відомий трубці, завдяки тому, що торцева поверхня смітера простирається далі за межі периметра модуляційного отвору на відстань, рівну зазорові між модулятором і смітером, тобто, саме на таку відстань, в межах якої діє відомий з фізики краївий ефект поля конденсатора, що проявляється у викривленні електричного поля на краях його обкладинок, утворених в нашому випадку робочими поверхнями смітера і модулятора.

Розроблене нами технічне рішення дозволяє практично реалізувати як загодно велике відношення довжини прямокутного торца смітера до його ширини, тобто одержати вузький і одночасно видовжений електронний штрих без втрати модуляційної чутливості системи модулятор – смітер, яка мала місце в відомій конструкції через велике віддалення кромки модуляційного отвору від торца смітера (висока модуляційна чутливість пропонуемої конфігурації модулятор – смітер визначається малим значенням ширини прямокутного апертурного отвору модулятора і близькістю його до смітера).

Вибір нижньої межі ширини прямокутного отвору в модуляторі, рівної 0,2 мм, обумовлений у розробленій конструкції трубки тим, що поле прискорюючого електрода при подальшому звуженні щілини в модуляторі вже не може проникнути до поверхні смітера для відбору з неї електронів, тому що глибина його проникнення дорівнює сумі товщини модулятора і розміру зазора між ним і смітером, мінімально граничні практичні значення кожного з яких близькі до 0,1 мм.

Вибір верхньої межі ширини прямокутного отвору в модуляторі, рівної 1 мм, обумовлений обмеженнями, що накладаються на величину допустимої потужності розжарення смітера в електронно-променевій трубці, при якій ще не наступа-

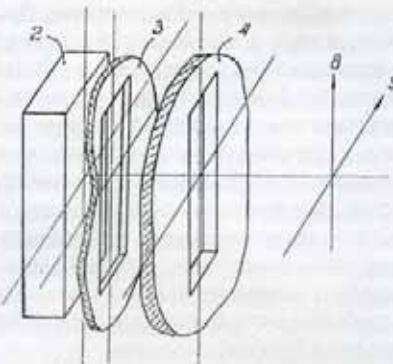


Рис. 2. Електронно-оптична система індексного кінескопа

ють термічні деформації елементів конструкції трубки.

Нижня межа перевищення довжини прямокутного отвору модулятора над його шириною, рівна 1, відповідає випадку, коли необхідно сформувати електронну пляму з одинаковими розмірами по вертикальні і горизонтальні, наприклад, для чорно-білого кінескопа, звичайного маскового трьохпроменевого кольорового кінескопа й інших трубок.

Верхня межа перевищення довжини прямокутного отвору модулятора над його шириною, рівна 8, відповідає випадку, коли необхідно сформувати штрихову електронну пляму для індексного кінескопа, у якому, як уже згадувалося вище, для створення одного елемента роздільної здатності по горизонтальні електронний промінь повинен пройти три колірні й одну індексну люмінофорні смуги, після кожної з яких є захисна смуга (проміжок), рівна по ширині люмінофорні смузі, що в підсумку складає 8 субелементів. Кожний із цих субелементів електронний промінь повинен проходити окремо, щоб забезпечити вірність передачі кольору зображення і надійність генерації індексних керуючих сигналів.

Цим обумовлена необхідність застосування штрихового електронного променя зі співвідношенням сторін 1:8 в індексних кінескопах.

У звичайних кінескопах може використовуватися штриховий промінь із проміжними значеннями співвідношення його розмірів у залежності від необхідного розміру елементів роздільної здатності по горизонтальні.

На рис. 1 схематично зображена конструкція індексної електронно-променевої трубки, яка містить колбу 1, усередині якої уздовж осі трубки послідовно розташовані смітер електронів 2, модулятор 3 і прискорюючий електрод 4 з апертурними отворами, система фокусування 5, що складається з одного або декількох електрода, і люмінесцентний екран 6. На головині трубки є система 7 вертикального і горизонтального відхилення електромагнітного типу. Система генерації індексних сигналів на малюнку не показана.

Емітер 2 виконаний у вигляді прямої чотиригранної призми з плоскою торцевою поверхнею у вигляді прямокутника, осі симетрії якої рівнобіжні напрямкам 8 і 9 вертикального і горизонтального відхилення системи 7, причому велика вісь прямокутника збігається з напрямком вертикального відхилення 8 (рис. 2). Матеріал смітера – інтерметалічний сплав з високою емісійною здатністю і довговічністю, а також можливістю прецизійної механічної обробки [5, 6].

Апертурні отвори в модуляторі 3 і прискорюючому електроді 4 виконані аналогічно смітеру 2 також у вигляді прямокутника, осі симетрії якої рівнобіжні відповідним осам симетрії торцевої поверхні смітера, а розміри сторін менше відповідних розмірів торца смітера на величину, рівну удвоєнному розміру робочої відстані між смітером і модулятором. Ширина прямокутного отвору в модуляторі 3 і прискорюючому електроді 4 дорівнює 0,2-1 мм, а довжина перевищує ширину в 1-8 разів (в залежності від конкретного завдання, роз'язуваного електронно-променевою трубкою).

Нагрітий смітер 2 утворює навколо себе електронну хмару, утримувану поблизу поверхні смітера за рахунок негативного потенціалу модулятора 3. Електричне поле прискорюючого електрода 4, що знаходиться під позитивним відносно смітера потенціалом, проникає через отвір модулятора 3 до торцевої поверхні смітера, розташованої навпроти цього отвору, і “витягає” електрони з приповерхневої електронної хмари в напрямку прискорюючого електрода 4. Кількість “витягнутих” із хмари електронів, що визначає струм електронного променя, залежить від потенціалу гальмуючого (затірного) електрода, яким є модулятор 3. Імерсійна фокусуюча лінза, утворена площину торца смітера і площинами модулятора і прискорюючого електрода, формує витягнутий з електронної хмари потік електронів в кроссовер у вигляді вузького електронного штриха, після якого електронний потік у вигляді розбіжного в одній площині електронного променя під дією сильного поля системи фокусування 5 і анода електронно-променевої трубки направляється на люмінесцентний екран 6. На шляху до екрана розбіжний електронний промінь стискається системою фокусування 5 у штрихову електронну пляму в площині екрана 6 і відхиляється по ньому системою 7 вертикального і горизонтального відхилення, створюючи світловий растр на всій поверхні екрана.

Колірна інформація в такому кінескопі, передається за допомогою послідовного вибіркового опромінення вузьким штрихом електронним променем колірних люмінофорних смут: Перерозподілом у відповідності з входним сигналом інтенсивності опромінення між трьома колірними люмі-

нофорними смугами в межах однієї тріади, домагаються вірності передачі колірної інформації на екрані кінескопа.

В розробленій нами конструкції індексного кінескопа збільшується чистота передачі кольору (через те, що низький електронний штрих, позбавлений ореола, засвічує у кожний даний момент тільки свою колірну люмінофорну смугу, не впливаючи при цьому на сусідні). При цьому, у залежності від числа колірних люмінофорних смут, їхнього крою розміщення в тріаді, наявності і ширини індексних смут на екрані кінескопа можна легко реалізувати необхідну форму штрихового променя шляхом вибору відповідного співвідношення між шириною і довжиною прямокутного отвору в модуляторі електронно-оптичної трубки системи кінескопа.

Зазначені переваги розробленої електронно-оптичної системи дозволяють ви-

рішити проблему створення придатного для промислового впровадження одно-променевого індексного кінескопа з високою чистотою передачі кольорового зображення.

Аналогічна конструкція електронно-оптичної системи може бути використана також і в класичних трьохпроменевих кінескопах для підвищення роздільної здатності по горизонталі, що актуально з огляду переходу до більш високих стандартів передачі і приймання телевізійного зображення.

Література

1. Пастарнак Ч.Г. Однолучевые приемные телевизионные трубы с индексным управлением цветами. "Техника кино и телевидения", 1962, № 12, стр. 34.

2. М.И.Сосновик. Индексные кинескопы для цветного телевидения, вып. 4 (235),

МЭП СССР. Обзоры по электронной технике, Серия: Электроннолучевые и фотозаводные приборы, Институт "Электроника" М., 1970.

3. А.Окоши и др. Новая 30-дюймовая индексная электронно-лучевая трубка, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. Ce - 27, № 3, August 1981, pp. 433-443.

4. Авторское свидетельство СССР № 1322897, НОІ 29/46, приоритет 04.01.1985.

5. М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Катодний матеріал для електроннотроменевого приладу і спосіб його виготовлення. Міжнародний патент № WO 00/021110, НОІ 1/14, опубл. 13.04.00.

6. М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Матеріал для катода електронних приладів. Патент України № 28129, НОІ 1/14, опубл. 16.10.2000 р.

Пристрій для реєстрації високочастотних сигналів

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В., Новіков А.О.

Про деякі розробки пристрой, що використовують запам'ятовування поверхневих акустичних хвиль (ПАХ) на п'єзодіелектричних мішенах вже повідомлялось [1]. Зокрема, детально описана конструкція електронно-променевої трубки, яка забезпечує фіксацію ПАХ на поверхні кварцової мішенні, а також основні параметри системи реєстрації високочастотного сигналу [1, 2]. Недоліком відомого пристроя є термо- і фотоіонізація електронних пасток на поверхні п'єзодіелектричної мішенні, що викликається випромінюванням термокатода електронної гармати.

Відомий також пристрій для запису і відтворення високочастотних сигналів [3], що містить блок введення високочастотних сигналів, джерело світла у виді імпульсного лазера з коліматором, джерело постійної напруги, блок імпульсного запуску і блок пам'яті, виконаний у виді вакуумного балона з оптично прозорим вікном і електричними виводами, усередині котрого послідовно розміщені плоский фотокатод, оптично сполучений за допомогою зазначеного вікна з джерелом світла, прискорююча сітка і п'єзодіелектрична мішень із розташованими на її робочій поверхні вхідним і вихідним зустрічно-штирьовими електроакустичними перетворювачами. Блок введення високочастотних сигналів через виводи балона підключений до вхідного перетво-

рювача п'єзодіелектричної мішенні. Джерело постійної напруги підключене до фотокатода і прискорюючої сітки.

Запис високочастотного сигналу здійснюється імпульсним електронним опроміненням ПАХ, що поширюється по п'єзодіелектричній мішенні. Імпульсне випромінювання електронного потоку забезпечується в пристрії за рахунок опромінювання світловим спалахом лазера поверхні фотокатода при спрацюванні блока імпульсного запуску лазера. Прискорююча сітка прискорює електронний потік до рівня необхідної синергії опромінювання робочої поверхні мішенні. Фіксування електроакустичної хвилі і її читування відбувається так само, як і в вищеписаній конструкції пристроя.

Недоліком цього пристроя є необхідність забезпечення високої щільності електронного потоку з фотокатода в імпульсі, що може привести до скорочення терміну його служби.

Авторами розроблений новий пристрій для реєстрації високочастотних сигналів [4], що має високу надійність роботи при одночасному спрощенні конструкції. Технічна суть розробки полягає в тому, що в вакуумному балоні між фотокатодом і робочою поверхнею п'єзодіелектричної мішенні встановлений вторинно-слектронний помножувач з вхідним і вихідним електродами, підключеними за допомогою виводів балона до блока

імпульсного запуску, при цьому вивід вхідного електрода зазначеного помножувача під'єднаний також і до плюсової клеми джерела постійної напруги.

Введення в пристрій для реєстрації високочастотних сигналів вторинно-слектронного помножувача [5], що сприймає електронний потік від фотокатода, дозволяє спростити вимоги до рівня густини фотоемісії електронів із робочої поверхні фотокатода завдяки тому, що основне навантаження по створенню цільного електронного потоку, необхідного для запису, переноситься в розробленому пристрії з фотокатода на вторинно-слектронний помножувач, який, як відомо, підсилює падаючий на нього електронний потік у сотні і, навіть, тисячу разів. Будучи підключеним до блока імпульсного запуску, вторинно-слектронний помножувач забезпечує генерацію імпульсу електронів, достатнього по енергії для фіксації електроакустичної хвилі, що біжить по п'єзодіелектричній мішенні. Розміщення фотокатода на внутрішній поверхні оптичного вікна або на вхідному електроді вторинно-слектронного помножувача спрощує конструкцію пристроя (рис. 1).

Пристрій для реєстрації високочастотних сигналів містить блок введення високочастотних сигналів 1, джерело світла 2, джерело постійної напруги 3, блок імпульсного запуску 4 і блок пам'яті, ви-

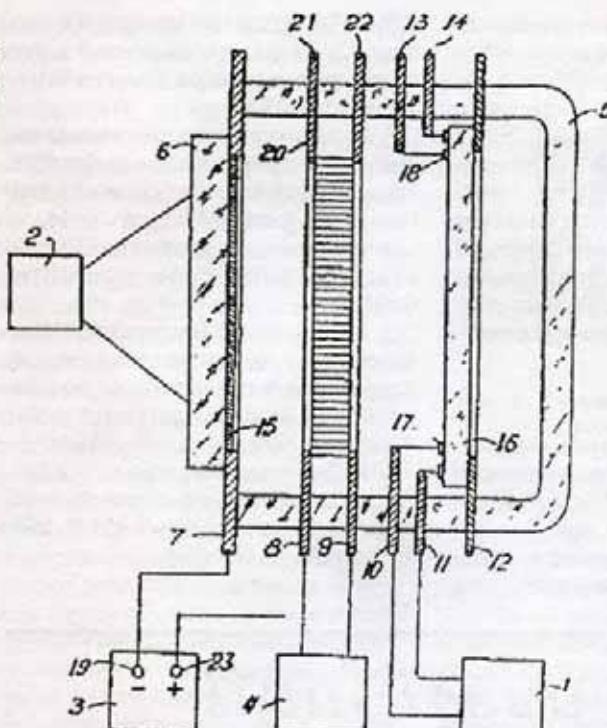


Рис. 1.

конаний у виді вакуумного балона 5 з оптично прозорим вікном 6 і електричними виводами 7-14. Усередині балона 5 розміщені плоский фотокатод 15, оптично сполучений за допомогою вікна 6 із джерелом світла 2, і п'єзодіелектрична мішень 16 із розташованими на її робочій поверхні, зверненої до фотокатода 15, вхідним 17 і вихідним 18 зустрічно-штирьовими електроакустичними перетворювачами. Блок введення високочастотних сигналів 1 через електричні виводи 10 і 11 балона 5 підключений до входного перетворювача 17 п'єзодіелектричної мішені 16. Вивід 7 фотокатода 15 під'єднаний до мінусової клеми 19 джерела постійної напруги 3. У проміжку між фотокатодом 15 і робочою поверхнею мішенні 16 у балоні 5 встановлений вторинно-електронний помножувач 20, що має вхідний 21 і вихідний 22 електроди, які через виводи 8 і 9 балона 5 під'єднані до блока імпульсного запуску 4, при цьому вивід 8 вхідного електрода 21 помножувача 20 під'єднаний також і до плюсової клеми 23 джерела постійної напруги 3. У розглянутому конкретному варіанті виконання пристроя, фотокатод 15 нанесений безпосередньо на внутрішню поверхню оптично прозорого вікна 6. Його можна нанести також на вхідний елект-

род помножувача. Електричні виводи 13 і 14 у корпусі балона 5 служать для зняття високочастотного сигналу, записаного пристроям.

Описаний пристрій для реєстрації високочастотних сигналів працює слідуючим чином. Джерело світла 2, встановлене перед оптичним вікном 6, рівномірно засвічує фотокатод 15. Фотоелектрони, смітовані ім, прискорюються різницею потенціалів, створюваної джерелом постійної напруги 3, і поступають на вход вторинно-електронного помножувача 20, тобто, на його вхідний електрод 21, що підсилює падаючий на нього електронний потік за рахунок того, що його коефіцієнт вторинної електронної емісії більше одиниці. При подачі позитивного імпульсу напруги з дуже малою тривалістю (порядку 10^{-10} с) від блока імпульсного запуску 4 на вихідний електрод 22 помножувача 20 електронний

потік у виді слікторного спалаху пропускається вихідним електродом 22 і опромінює робочу поверхню п'єзодіелектричної мішенні 16. В момент такого короткого опромінення досягається фіксація ПАХ, що несе високочастотну інформацію, яка надходить від блока введення високочастотних сигналів. Фіксація хвилі здійснюється за рахунок перерозподілу на поверхні мішенні вторинних електронів, що генеруються цією поверх-

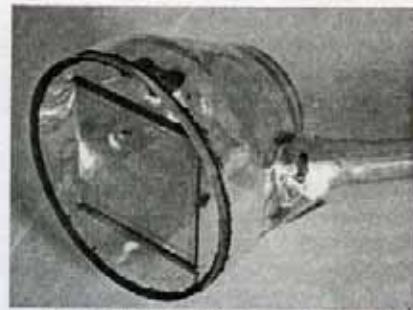


Рис. 3. Пристрій для реєстрації високочастотних сигналів з фотокатодом

нню при імпульльному опроміненні мішенні первинними електронами від помножувача. Перегрупування вторинних електронів здійснюється відповідно до миттєвої картини електричного поля ПАХ, яка є на мішенні в момент її імпульсного опромінення потоком первинних електронів.

Зчитування зафіксованої в такий спосіб інформації досягається за рахунок повторного імпульсного опромінення мішенні електронним потоком від помножувача, в результаті якого відбувається замикання "зафіксованого" зарядного рельєфу на поверхні мішенні і "вивільнення" акустичної хвилі, що несе записаний сигнал. Ця хвиля, проходячи через вихідний зустрічно-штирьовий перетворювач мішенні, відтворює в цьому записаний електричний сигнал, який здійснюється з відповідних електрических виводів в корпусі вакуумного балона.

Варіанти практичної реалізації, розроблених пристрой показані на рис. 2 та рис. 3.

Література

- М.Осауленко. Пристрій реєстрації високочастотних сигналів на поверхневих акустичних хвильях. Винахідник і раціоналізатор, № 2, 2000 р. стр. 15-17.
- Авт.св. СРСР № 720503.
- М.Осауленко, В.Шутовський. Пристрій для запису і відтворення високочастотних сигналів. Авт. свідоцтво СРСР № 1128812.
- М.Осауленко, В.Шутовський, А.Новиков. Пристрій для реєстрації високочастотних сигналів, патент України № 50847, ГІІС7/00.
- Берковский А.Г., и др. Вакуумные фотозелектронные приборы, М., Энергия, 1976, с. 112-123.



Рис. 2. Запам'ятовуюча трубка з п'єзодіелектричною мішенню

Новий спосіб картографування місцевості

Осауленко Н.Ф., Шутовський В.В.

Для цілей картографування в настійче время применяют топографическую съемку местности путем фотографирования ее с борта летательного аппарата и последующей наземной обработки фотоснимков [1-4]. Известен способ картографирования местности, при котором на борту летательного аппарата с помощью видеокамеры производят видеосъемку местности, доставляют отснятый видеофильм на землю, где воспроизводят его на экране телевизионного видеомонитора, осуществляют линеаризацию масштаба по полю изображения местности [5]. Этот способ требует больших затрат на обработку первичных изображений с целью линеаризации их масштаба, а также на регистрацию изображений после обработки.

Авторами разработан способ картографирования местности [6], отличающийся от известных простотой реализации, высокой оперативностью и точностью. Согласно этому способу на экран телевизионного видеомонитора воспроизводят полученный на борту летательного аппарата видеофильм с изображением картографируемой местности таким образом, что на указанном экране последовательно засвечиваются все кадры видеофильма, кратные числу N , полученному путем экстраполяции к ближайшему целому числу значения выражения

$$n = \frac{2H(1 - K_p)f_k}{V} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

где H — высота полета летательного аппарата;

f_k — кадровая частота воспроизведения видеофильма;

K_p — коэффициент продольного перекрытия снимков местности;

α — угол обзора местности видеокамерой;

V — скорость полета летательного аппарата,

и производят фотосъемку с экрана видеомонитора указанной последовательности кадров, причем частота смены кадров фотосъемочной аппаратуры синхронизирована кадровыми импульсами засветки экрана видеомонитора. Линеаризацию масштаба по полю изображения местности (ортотрансформирование снимков местности) осуществляют при пересъемке изображения с экрана видеомонитора методами электронного масштабирования посредством изменения скорости строчной и кадровой раз-

вертки электронного луча видеомонитора обратно пропорционально степени сжатия масштаба изображения по краям кадров видеофильма. Увеличенная скорость развертки по краям кадра компенсирует сжатие изображения, происходящее из-за параллакса проектирования его боковых участков. Снятый предлагаемым способом снимок местности получается равнотаским по всей поверхности.

Простота описанного способа заключается в том, что нет необходимости получать промежуточный отпечаток участка местности для его масштабной корректировки — эта процедура выполняется электронным методом при наблюдении изображения участка местности на экране видеомонитора. Этим же обусловливается дешевизна и высокая оперативность способа. Высокая точность предлагаемого способа картографирования местности обуславливается тем, что при пересъемке изображения с экрана кинескопа с высоким разрешением какие-либо потери или искажения информации отсутствуют.

Описываемый способ фототрансформирования аэрофотоснимков отличается простотой и гибкостью компенсации масштабных искажений — в нем операция линеаризации масштаба сводится к регулировке крутизны тока развертки электронного луча видеомонитора по краям строк и кадров. Подобные регулировки имеются во всех телевизорах. При этом предлагаемая операция фототрансформирования не требует наличия громоздкой фототрансформирующей аппаратуры, а совмещена с операцией пересъемки участков местности на фотобумагу. Таким образом, в предлагаемом способе исключается операция съемки на аэрофотопленку с ее последующей проявкой и громоздкая операция фототрансформирования.

Известно, что при картографировании, как было упомянуто выше, фотоснимки смежных участков местности выполняются с перекрытием для обеспечения требуемой точности при монтаже общего фотоплана всей местности. Коэффициентом перекрытия фотоснимков местности K_p называют отношение площади перекрытой зоны фотоснимка к всей его площади. Чтобы обеспечить требуемое (в

зависимости от условий монтажа общего плана местности) значение перекрытия смежных фотоснимков в описываемом способе картографирования, при котором ввиду большой частоты кадровой развертки видеосъемочной аппаратуры смежные кадры изображения практически мало отличаются, выводят на экран видеомонитора не все кадры видеофильма подряд, а с прореживанием, то есть, с пропуском определенного количества кадров. В течение этой временной паузы обеспечивается нужная величина перекрытия изображения участков местности на прореженных кадрах. Вывод кадров на экран видеомонитора с прореживанием осуществляют за счет запирания электронного луча видеомонитора в отмеченных паузах между нужными кадрами. В течение этих же пауз, когда экран видеомонитора не засвечен, осуществляют смену кадров фотосъемочной аппаратуры, то есть синхронизируют частоту смены кадров фотосъемочной аппаратуры импульсами засветки прореженных кадров видеофильма. Рассчитывают коэффициент прореживания кадров в зависимости от условий аэрофотосъемки и заданного значения перекрытия аэрофотоснимков K_p .

При высоте полета летательного аппарата H и угле α обзора видеокамеры, направленной вертикально вниз, база фотографирования (расстояние между центрами снимаемых участков местности, расположенных встык) равна

$$B_s = 2H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

С учетом перекрытия K_p расстояние между центрами подлежащих съемке участков должно быть равно

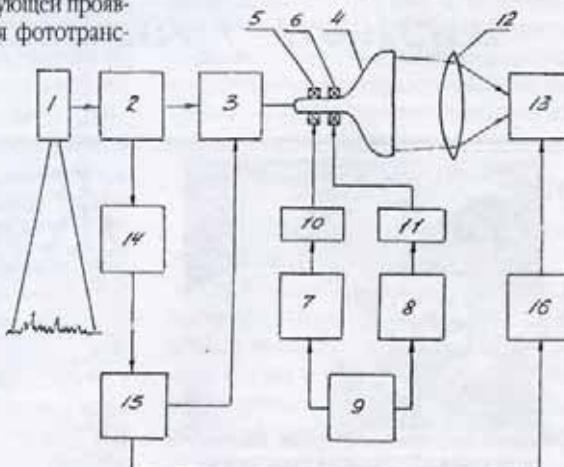


Рис. 1. Способ картографирования местности

$$B_p = 2(1 - K_p)H \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Если видеокамера осуществляет съемку местности в обычном режиме кадровой частоты f_k , то при скорости полета летательного аппарата V расстояние между центрами смежных снимаемых участков равно

$$B_s = \frac{V}{f_k}$$

Отсюда находим коэффициент прореживания кадров:

$$n = \frac{B_p}{B_s} = \frac{2(1 - K_p)Hf_k}{V} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Полученное значение n может быть не целым числом, поэтому в качестве рабочего числа пропуска кадров при съемке с экрана видеомонитора берут целое число N , ближайшее к значению n .

Применение в заявляемом способе видеокамеры ТВЧ (телеиздания высокой четкости) обеспечивает высокую разрешающую способность фотоснимков с экрана видеомонитора. Так, стандарт ТВЧ предполагает 1250 строк разложения изображения при формате кадра 16:9. Отсюда находим количество разрешаемых элементов в одной строке:

$$N_s = \frac{16}{9} \cdot 1250 = 2230 \text{ элементов.}$$

Такое количество разрешаемых элементов вдоль одной строки изображения и большое число строк в кадре обеспечивают высокую четкость аэрофотоснимка.

Блок-схема устройства, в полной мере реализующего описанный способ, изображена на чертеже.

Устройство содержит видеокамеру 1, видеомагнитофон стандарта ТВЧ 2, видеомонитор ТВЧ, включающий видеосигнатор 3, цветной дисплейный кинескоп 4, строчную 5 и кадровую 6 отклоняющие катушки, блоки строчной 7 и кадровой 8 разверток электронного луча кинескопа 4, блок питания и управления 9 кинескопа и нелинейные элементы регулировки крутизны строчной 10 и кадровой пилы

11 по краям кадра, фотообъектив 12, фотосъемочный аппарат 13, делитель кадровой частоты 14, блок засветки кадров 15 и блок управления частотой смены кадров 16 фотосъемочного аппарата 13.

Устройство работает следующим образом.

Вначале с помощью видеокамеры 1 и видеомагнитофона 2 на борту летательного аппарата выполняется видеосъемка картографируемой местности. При этом осуществляется оперативный контроль качества записи. После посадки летательного аппарата на землю записанный видеофильм воспроизводят с помощью видеомонитора стандарта ТВЧ на экран цветного дисплейного кинескопа 4, причем на указанном экране с помощью делителя кадровой частоты 14 и блока засветки кадров 15 отображают не все кадры отнятого видеофильма, а только кадры, кратные числу N , определяемому как ближайшее целое число к значению выражения n .

Засветка необходимых кадров на экране осуществляется за счет открывания видеосигнатора 3 каждым N -ным кадровым импульсом видеомагнитофона.

С помощью фотообъектива 12 изображение засвеченных описанным путем кадров проектируется на кадровое окно фотосъемочного аппарата 13. Таким образом получаются фотоснимки смежных участков местности.

Чтобы исключить масштабные искажения, возникающие вследствие параллакса бокового "зрения" видеокамеры на краях снимаемых кадров, в описываемом устройстве применены нелинейные элементы 10 и 11 в целях строчной 7 и кадровой 8 отклоняющих катушек, увеличивающие скорость развертки электронного луча кинескопа на краях строк и кадра, что компенсирует сжатие масштаба изображения, вызванное наличием упомянутого параллакса. В результате фотогра-

графирующее с экрана кинескопа изображение участков местности оказывается равноточечным по всему полю. Блок питания и управления 9 обеспечивает работу и взаимодействие функциональных блоков видеомонитора.

Дальнейшие операции, производимые с полученными фотоснимками, аналогичны операциям монтажа карты местности, которые выполняются при известном способе картографирования.

При последующих видеосъемках местности используется та же видеолента, что и при первой видеозаписи. Современные видеоленты могут использоваться без ухудшения качества видеозаписи до 1000 раз. Это значительно удешевляет предложенный способ картографирования по сравнению с известным.

Разработанный нами способ картографирования позволяет производить одновременную видеосъемку нескольких полос местности, параллельных маршруту полета летательного аппарата, за счет использования нескольких видеокамер, разнесенных по азимуту, и свободных пауз между моментами фотографирования изображения участков местности. Это позволяет экономить сроки и стоимость картографических работ.

Литература

- А.Н.Лобанов. Фотограмметрия, М., Недра, 1984 г.
- Дробышев Ф.В. Основы аэрофотосъемки и фотограмметрии. М., 1973.
- В.Ф.Чекалин. Ортотрансформирование фотоснимков, М., 1980.
- А.Н.Живичин, В.С.Соколов. Дешифрование фотоизображений. М., 1982 г.
- Патент России № 2044273, кл. GOIC 11/00, 1995.
- Осауленко М.Ф., Шутовский В.В., Бондар А.Л., Крельштейн П.Д., Дашивець О.М. Способ картографування місцевості. Патент України № 15425 С1, МПК6 GOIC 11/00.

Устройство отображения информации с низким уровнем вредных излучений

Осауленко Н.Ф., Шутовский В.В.



Старший научный сотрудник Института электронной техники Украинской академии наук Шутовский В.В. возле стенда испытания кинескопов

Жизнь современного человека невозможна без использования систем отображения информации, поскольку они являются окончательным передаточным звеном для восприятия ее наиболее информационноемким органом человека — зрительной системой.

В настоящее время широко применяются устройства визуального отображения информации, основанные на использовании масочных цветных кинескопов с различной диагональю экрана (цветные мониторы, цветные телевизоры), в кото-

рых в качестве активного светоизлучателя используются трехцветные люминофоры, возбуждаемые высокозенергетичным электронным лучом. В качестве источника электронов в кинескопах применяются оксидные катоды, эмиссионная способность которых ограничена и не позволяет получать в непрерывном режиме плотность тока более 1 А/см². Помимо этого, поток электронов в цветных кинескопах ограничен теневой цветоделительной маской, в результате чего люминофорного экрана достигает

только 20–25% тока электронного луча, а остальная часть бесполезно задерживается маской, выделяя на ней свою энергию в виде тепла и рентгеновского излучения. Мaska, в зависимости от толщины и свойств металла, из которого она изготовлена, характеризуется предельно допустимой удельной (приходящейся на единицу поверхности маски) мощностью теплового рассеяния P_m , при превышении которой наступает ее необратимая деформация. Поэтому в современных устройствах отображения, использующих масочные кинескопы, применяют схемы защиты маски от перегрева при недопустимо большой средней мощности луча. Таким образом, в масочных кинескопах максимальная яркость ограничена удельной мощностью теплового рассеяния маски P_m и зависит от эмиссионных возможностей катодов.

В последнее время наметилась тенденция увеличения размеров экрана устройств отображения информации. Это уменьшает утомляемость глаза человека, пользующегося устройством, увеличивает информативность экрана и комфортность восприятия отображаемой информации. С увеличением диагонали экрана кинескопа квадратично увеличивается площадь его рабочей поверхности, поэтому для сохранения яркости отображаемой информации приходится увеличивать также квадратично ток электронного луча. Но так как возможности его увеличения ограничены конечным значением удельной плотности эмиссии применяемых оксидных катодов приходится увеличивать также и напряжение второго анода кинескопа. При превышении анодного напряжения порогового значения, равного 20 кВ, в кинескопе возникает жесткое рентгеновское излучение, которое неполностью задерживается стеклооболочкой кинескопа, проникает сквозь нее в окружающее пространство, облучая находящихся вблизи такого кинескопа людей. Чем больше анодное напряжение превышает значение 20 кВ, тем жестче рентгеновское излучение, то есть, больше его проникающая и поражающая способность. Помимо увеличения жесткости, увеличивается также и интенсивность рентгеновского излучения, причем квадратично с увеличением анодного напряжения кинескопа. Таким образом, даже при незначительном превышении анодного напряжения порогового значения 20 кВ резко возрастает общее негативное воздействие рентгеновского излучения кинескопа на человека – пользователя устройством отображения информации. Для поглощения рентгеновского излучения в стекломассу оболочки кинескопа, работающего при анодных напряжениях выше 20 кВ, вводят дорогостоящие материалы – окись свинца и окись стронция, которые утяжеляют кинескоп. Однако, как показывает

практика, этих мер недостаточно, чтобы сделать широкоформатные цветные кинескопы безопасными для человека. Поэтому кинескопы, диагональ экрана которых превышает 51 см, снабжают предупреждающим ярлыком, обращающим внимание пользователя на вредность его длительного и близкого нахождения возле работающего кинескопа. Кроме того, само производство таких кинескопов не является экологически чистым.

Общизвестно, что в современных цветных телевизорах и мониторах, использующих кинескопы с диагональю экрана 51 см и более, для обеспечения необходимой яркости экрана применяют высоковольтные источники питания второго анода кинескопа с выходным напряжением 25–27,5 кВ и выше. Поэтому существующие телевизоры и мониторы являются источниками вредного рентгеновского излучения. Помимо этого типа излучения с переходом на более высокие анодные напряжения возрастают уровни и других видов вредных излучений ионизирующего и неионизирующего характера, также генерируемых устройствами отображения. К таким видам излучений относятся СВЧ и ВЧ электромагнитные излучения, ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, магнитное и электростатическое поля, остаточная радиация экрана кинескопа и др. Исследователями различных стран в последнее время убедительно доказано, что вредные излучения цветных кинескопов отрицательно воздействуют на все системы жизнеобеспечения человеческого организма [1].

Для уменьшения облучения персонала, работающего с широкоформатными электроннолучевыми дисплеями, применяют различные защитные фильтры, устанавливаемые перед экраном кинескопа. Они поглощают часть вредного фронтального излучения кинескопа. Однако это не решает проблемы, так как, кроме неполноты поглощения вредных излучений, упомянутые фильтры ухудшают качество изображения: снижают яркость и приводят к размытию мелких деталей изображения. Кроме того, они не являются преградой для вредных излучений, распространяющихся от видеомонитора во всех других направлениях, кроме фронтального, и не задерживают также электромагнитных излучений. С целью решения указанной проблемы широкоформатные видеомониторы заключают в специальные электромагнитные экраны, что увеличивает их вес и габариты. Эта мера также лишь частично решает задачу защиты обслуживающего персонала, так как упомянутые экраны не задерживают рентгеновских лучей.

Таким образом, электроннолучевые устройства отображения, использующие широкоформатные цветные масочные кинескопы, обладают существенными

недостатками – они имеют повышенный уровень вредных для здоровья человека излучений, обладают излишним весом и габаритами.

Разработанные как альтернатива электроннолучевым безвредные для человека плоские видеодисплейные устройства отображения на основе газоразрядных или светодиодных ячеек пока еще достаточно дороги и не всегда обладают естественностью отображения и восприятия видео информации. Отсюда очевидна сущность проблемы создания недорогого экологически чистого устройства отображения информации.

Как результат проводимых нами работ по разработке высокоэффективных металлокерамических катодных материалов [2] было создано и защищено патентом Украины широкоформатное электроннолучевое устройство отображения цветной видеинформации с низким уровнем вредных излучений [3]. Основу устройства составляет масочный цветной кинескоп с диагональю экрана более 51 см, в котором использование металлокерамических катодов с высокой эмиссионной способностью позволило напряжение на втором аноде понизить до 20 кВ, при этом необходимая для сохранения яркости экрана мощность электронного луча сохранена за счет пропорционального повышения его тока. Снижение разрешающей способности кинескопа при переходе на анодное напряжение 20 кВ скомпенсировано следующими техническими решениями, использованными в эмиссионной системе нового кинескопа:

- площадь рабочей поверхности катода составляет менее 1 мм^2 ;
- первый и второй сеточные электроды эмиссионной системы выполнены с апертурными отверстиями диаметром 0,3–0,5 мм;
- зазор между вышеуказанными электродами составляет 0,1–0,15 мм.

Высоковольтный источник постоянного напряжения созданного нами устройства выполнен таким образом, что напряжение на его выходе равно 20 кВ в диапазоне потребляемых им током от 0 до максимального значения, заданного схемой ограничения среднего анодного тока кинескопа на уровне, удовлетворяющем расчетному выражению:

$$I_{\max} = \frac{P_m \cdot S_a}{20 \text{ кВ}}, \quad (1)$$

где S_a – площадь рабочей поверхности экрана кинескопа.

Следует отметить, что в кинескопах с оксидным катодом реализация вышеуказанных технических решений непримлема, так как необходимое для этого повышение токоотбора с оксидного катода неизбежно приведет к резкому снижению его эксплуатационного ресурса.

В разработанном устройстве отобра-

жения за счет снижения анодного напряжения кинескопа с 25 — 27,5 кВ до 20 кВ отсутствует вредное рентгеновское излучение и значительно снижены уровни всех других видов вредных излучений [4]. Кроме того, за счет исключения защитного фильтра, устанавливаемого перед экраном устройства, уменьшены габариты и вес устройства. Снижена потребляемая мощность устройства отображения за счет уменьшения токов строчной и кадровой развертки электронного луча (из-за уменьшения скорости пролета электронов через отклоняющее поле строчных и кадровых катушек при снижении анодного напряжения кинескопа).

Повышение тока луча в разработанном устройстве не сопровождается увеличением размеров электронного пятна на экране кинескопа, так как рабочая поверхность примененного в нем металлокерамического катода ограничена и составляет величину менее 1 мм, а апертурные отверстия в первом и втором сеточных электродах также ограничены в диаметре величиной 0,3 ... 0,5 мм. При этом, несмотря на ограниченные размеры катода и апертурных отверстий сеточных электродах кинескопа, в разработанном устройстве обеспечивается больший ток луча, чем в классических устройствах благодаря применению высокоеффективных металлокерамических катодов, обладающих высокой плотностью электронной эмиссии с единицы поверхности. Так, разработанный нами катодный материал на основе сплава иридия и церия с добавками гафния и вольфрама имеет на порядок более высокую плотность электронной эмиссии, чем оксидные катоды [5].

Уменьшение расстояния между первым и вторым сеточным электродом с 0,2 ... 0,25 мм в классическом кинескопе до 0,1 ... 0,15 мм в разработанном устройстве обеспечивает сохранение неизменными запирающих напряжений кинескопа при переходе к меньшим диаметрам апертурных отверстий этих электрода.

Предельный уровень повышения тока луча в разработанном устройстве составляет такое значение тока луча, при котором с учетом пониженной до 20 кэВ энергии электронов обеспечивается допустимая токовая нагрузка на цветоделительную маску, определяемая из выражения (1). Схема ограничения среднего тока луча в разработанном устройстве настроена именно на эту предельно допустимую величину, а высоковольтный источник при таком среднем токе потребления поддерживает напряжение на втором аноде кинескопа, равное 20 кВ.

Блок-схема разработанного устройства отображения видеонформации представлена на рис. 1, где изображен цветной макетный кинескоп 1, имеющий три метал-

лосплавных катода прямого накала 2, первую сетку 3 (модулятор), вторую сетку 4 (ускоряющий электрод) третью сетку 5 (фокусирующий электрод), четвертую сетку 6 (анод) с анодным выводом 7, цветоделительную маску 8 и люминесцентный экран 9. Пунктирными линиями 10 изображены три электронных луча кинескопа, исходящие из каждого из трех катодов 2, соответствующих трем основным цветам. На рис. 1 показаны также высоковольтный источник 11 и схема ограничения среднего анодного тока кинескопа 12.

В качестве эмиттера прямонакальных металлокерамических катодов применены таблетки из высокомиссационного сплава иридий-церий-вольфрам-гафний [5], обладающего удельной плотностью эмиссии 5-10 А/см², то есть, на порядок большей, чем оксидные катоды. Рабочая поверхность эмиттера имеет размеры 0,8x0,8 мм кв, то есть выполнена в форме квадрата (это значительно упрощает технологию его серийного изготовления). Толщина эмиттера составляет 0,17 мм. При этом требуемая мощность накала не превышает 1,5 — 1,6 Вт, то есть такая, как и для оксидного катода.

Диаметр апертурных отверстий в первом и втором сеточном электродах кинескопа с диагональю экрана более 51 см равен 0,5 мм. При этом, в случае использования в качестве катода вышеупомянутого металлокерамического эмиссионного сплава достигается наиболее оптимальное сочетание параметров формируемого электронного пучка по максимально му току и диаметру светящегося пятна на экране кинескопа.

В настоящее время авторами проводятся работы по внедрению в серийное производство описанных выше кинескопов на заводе "ЭКРАНАС" (г. Паневежис, Литва). Изготовлено несколько опытных партий таких кинескопов с диагональю экрана 54 см. Их испытания дали следующие результаты:

- максимальный ток луча — 2 мА (каждого цветного канала);
- разрешающая способность — на уровне серийных того же класса;
- время готовности — 1 секунда;
- ток накала — 1,25 А;
- напряжение накала — 1,25 В;
- отсутствует вредное рентгеновское излучение;
- уровни электромагнитных излучений понижены на 30—50%;
- потребляемая мощность катушками

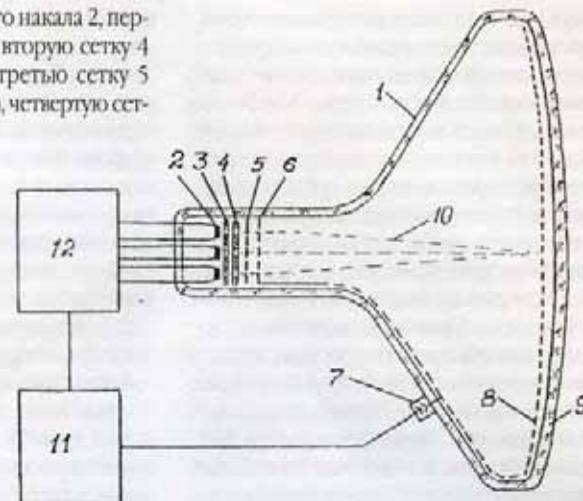


Рис. 1. Устройство отображения видеонформации с низким уровнем вредных излучений

строчного и кадрового отклонения луча снижена на 10 Вт;

— расчетный средний срок службы кинескопа составляет не менее 10 тысяч часов.

Модуляционные характеристики новых кинескопов адаптированы под параметры оконечных каскадов блоков видеосигнализации современных широкоформатных телевизоров. Изготовлена экспериментальная серия телевизоров с кинескопами, выпущенными заводом "ЭКРАНАС".

После завершения серийного освоения новых кинескопов промышленный выпуск телевизоров с пониженным уровнем вредных излучений намечено осуществить на киевских предприятиях — ОАО "Телевизионный завод "СЛАВУТИЧ" и АО "Электронмаш-Образ". Такие телевизоры не отличаются (по себестоимости и цене) от выпускаемых аппаратов такого же класса, зато по эргономическим и экологическим характеристикам будут иметь перед ними существенные преимущества, основные из которых отражены в настоящей статье.

Литература

1. С.Г. Денисов, Л.Д. Дубровин, А.Ф. Зубарев, В.Ю. Щебланов. Внимание! Электромагнитная опасность и защита человека. Изд-во Московского университета, 2003, с. 33-36.
2. Н. Осауленко, В. Шутовский, О. Култавев, Материал для катода электронных приборов, патент Украины № 28129.
3. Н. Осауленко и др. Устройство отображения информации, патент Украины № 21796.
4. Заключение Республиканского научного гигиенического центра Министерства здравоохранения Украины № 23, 6/1513 от 22.10.92.
5. Катодный материал для электронно-лучевого прибора и способ его изготовления. Международный патент WO 00/21110 PCT, опубл. 13.04.00.

Новий високоефективний катодний матеріал для електронних пристрій

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В., Култашев О.К.

В електронно-променевих пристріях як джерела електронів широко використовуються смісійні системи з оксидними катодами непрямого розжарення, смісійна здатність яких обмежена і не дозволяє отримувати в безперервному режимі густину струму більшу за 1 А/см², що в ряді випадків недостатньо для забезпечення високих світлотехнічних характеристик сучасних електронно-променевих трубок.

Крім того, оксидним катодам властива крихкість і слабка адгезія до металевої основи, на яку вони наносяться. Це призводить до передчасного виходу з ладу електронно-променевих пристрій з такими катодами. Так, наприклад, досить одному з трьох оксидних катодів в колючому кінескопі почати руйнуватися з вказаних причин, як стає непридатним в цілому весь пристрій, що дорого коштує.

Цими обставинами викликане прагнення перейти до використання в електронно-променевих пристріях високоефективних металоісплавів катодів, позбавлених згаданих недоліків. Широко відомо застосування катода на основі гесаборида лантану (L_aB_6), що забезпечує високу густину смісії і більш механічно міцного, ніж оксидний катод. Так, наприклад, цей катод, особливо в його монокристалічній модифікації, може забезпечити отримання густини струму до декількох десятків ампер з квадратного сантиметра. Однак, незважаючи на привабливість електронних джерел з гесаборида лантану, вони до цього часу застосовуються, в основному, при випуску однієї чи двох партій електровакуумних пристрій, в яких є можливість робити заміну катодних вузлів, що вийшли з ладу. Недовговічність катодів з гесаборида лантану пов'язана з його високою реакційною здатністю по відношенню до тіла підігрівача, інавіть виконаного з вольфраму, найбільш тугоплавкого з металів. Гесаборид лантану в контакті з вольфрамом утворює ряд крихких хімічних сполучок, що обумовлюють його недовговічність. Для запобігання можливості цих реакцій використовуються різні бар'єрні і запірні шари між боридлантановим катодом і тілом підігрівача, що значно ускладнює технологію виготовлення такого катодного вузла і не вирішує, зрештою, проблему його механічної жорсткості [1].

Відомий також емісійний матеріал для катодів електронних пристрій, отриманий шляхом сплавлення іридію з невеликими кількостями рідкіснометальніх металів (РЗМ) церієвої групи (лантаном, церієм, празеодимом, неодимом, самарієм), що відзначається високою питомою густиною електронної смісії [2]. Однак цьому матеріалу властиві нестабільна швидкість подачі активної компоненти на поверхню катода, падіння її при роботі катода і, як результат, швидке підвищення роботи виходу, погрішення смісійних властивостей катода і зниження його стійкості до іонного бомбардування при роботі в електронному пристрії. Матеріалу бінарного сплаву властива крихкість, це утруднює технологію виготовлення з нього катодних вузлів.

Крім того, цей матеріал має низьку температуру плавлення, що може призводити до виходу катода з ладу при короткочасних технологічних і випадкових підйомах його температури вище робочого значення. Вицезгадані недоліки роблять непридатним цей матеріал для надійної довготривалої роботи в електронних пристріях.

Відомий катодний матеріал, що являє собою потрійний сплав іридій-церій-гафній [3].

У цьому матеріалі досягнута більша стабільність і густина смісії, підвищена пластичність, однак низька температура плавлення не дозволяє використати його в електронних пристріях, де необхідно нагрівати катод до високих робочих температур.

Відомий також катодний матеріал для електронних пристрій на основі сплаву іридію з лантаном або церієм, вольфрамом і/або ренієм при їх співвідношеннях, мас. % [4]:

Лантан або церій	5-12
Вольфрам і/або реній	2-25
Іридій	решта

У цьому складі катодного матеріалу швидкість подачі активної компоненти на поверхню і швидкість випаровування її з поверхні протягом терміну служби катода стабілізуються, і катод стає більш довговічним, більш термостійким. Однак ефект досягається при введенні порівняно великої кількості третьої компоненти (вольфраму або ренію), що призводить до збільшення крихкості матеріалу, що утруднює виготовлення з нього катодів. При цьому також знижаються емісійні властивості ка-

Автори поставили собі за мету підібрати такий склад катодного матеріалу на основі сплаву іридію з РЗМ, при якому б забезпечувалося оптимальне поєднання емісійних, експлуатаційних і механічних властивостей смітерів, що виготовляються з такого матеріалу.

Пошуки оптимального складу катодного матеріалу велись на шляху сумісного введення в основний смісійний матеріал інтерметалід складу Ir_xCe незначних добавок різних металів, відіграючих роль активуючих і стабілізуючих інгредієнтів. В результаті було створений новий чотирьохкомпонентний високоефективний катодний матеріал при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

Рідкіснометальний метал церієвої групи	0,5-9,0
Вольфрам і/або реній	0,5-15,0
Гафній	0,5-10,0
Іридій	решта

Розроблений матеріал запатентований в Україні [5] і захищений міжнародним патентом [6].

Визначні меж оптимального вмісту вольфраму і гафнію в сплаві здійснювались експериментальним шляхом. Для цього були виготовлені зразки сплаву з різним вмістом вказаних добавок.

Катодний матеріал отримували шляхом сплавлення висідніх компонентів в аргонодутовій печі на кристалізаторі, що охолоджується водою. З кожного зразка сплаву було виготовлено три смітери, які були запаяні в експериментальні вакуумні діоди (вакуумовані скляні балони, забезпечені анодом для відбору смісійного струму). Температура смітера визначалася оптичним прометром ОППИР-17 через скляну оболонку балона. За значення робочої температури смітера приймалася температура, при якій досягалася густина струму смісії, рівну 5 А/см². Робота виходу сплаву визначалася по нахилу характеристики температурної залежності смісійного струму. Склад сплавів і результати їх вигробування наведені в табл. 1.

Введення гафнію в катодний матеріал замість частини вольфраму приводить до зниження роботи виходу сплаву, що дозволяє підтримувати високу емісійну активність матеріалу при більш низьких робочих температурах (рис. 1). Фізична суть підвищення емісійної активності ка-

Склад сплавів і результати їх випробувань

Сплав	Вміст гафнію, мас. %	Вміст вольфраму, мас. %	Вміст РЗМ, мас. %	Робота виходу, еВ	Робоча температура С, акр.
Відомий	—	5,0	5,0	2,60	1500
Позамеж. 1	11	0,4	10,0	2,59	1450
Заявл. 2	10	0,5	9,0	2,57	1440
Заявл. 3	3,0	5,0	5,0	2,51	1400
Заявл. 4	5,0	10,0	5,0	2,53	1420
Заявл. 5	0,5	15,0	0,5	2,58	1450
Заявл. 6	5,0	20,0	5,0	2,61	1500
Позамеж. 7	5,0	10,0	0,4	2,61	1500
Позамеж. 8	0,4	10,0	5,0	2,61	1480
Позамеж. 9	11,0	10,0	5,0	2,63	1560

тодного матеріалу з ростом вмісту в ньому гафнію полягає в тому, що при невеликих концентраціях гафній переходить в фазу твердого розчину з іридієм, вивільнючи таким чином чистий церій, який дифундує на поверхню емітера знижуючи його роботу виходу, тобто, збільшує густину смісії катодного матеріалу. Але

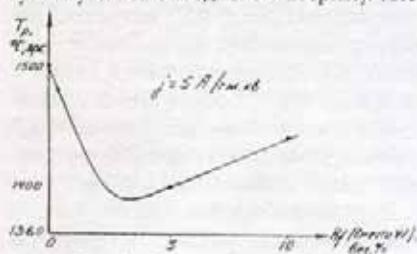


Рис. 1. Залежність робочої температури емітера від вмісту гафнію в сплаві Ir-Ce-W-Hf

гафній мало розчиняється в іридії (приблизно біля 3%). Тому при вмісту гафнію більше 3-4% концентрація його в твердому розчині в іридії не буде змінюватись, і не буде змінюватись швидкість вивільнення церію. Решта гафнію просто збільшує концентрацію фази хімічної сполуки з іридієм Ir_xHf, на якій церій погано тримається і швидше випаровується. Вказані фази вже не є активатором реакції вивільнення робочого церію, а, навпаки, являється баластом в сплаві. Цим пояснюється те, що існує тільки одне достатньо вузьке оптимальне значення вмісту Hf, яке дає найкращий результат по смісії чотирьохкомпонентного сплаву.

Введення гафнію в катодний матеріал збільшує пластичність сплава, тобто, зменшує крихкість завдяки зменшенню вмісту вольфраму, а також завдяки деяко му легуванню крихкої фази Ir_xCe.

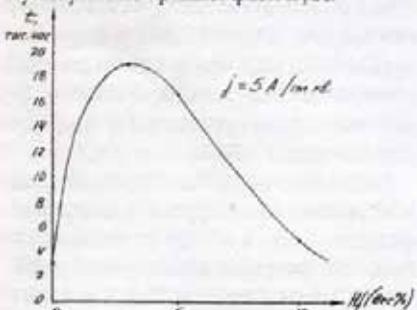


Рис. 2. Залежність часу життя емітера від вмісту гафнію в сплаві Ir-Ce-W-Hf

Таблиця 1

Крім того, гафній в невеликих кількостях збільшує ступінь дисперсності структури сплаву завдяки більш вузькому інтервалу кристалізації гарячої фази Ir - W - Hf, що підвищує однорідність властивостей сплаву, в тому числі і однорідність смісійних властивостей. Це важливо, бо часто металосплавні смітери роблять малих розмірів. Більш висока дисперсність структури розгляданого сплаву зумовлює підвищення дифузійної рухливості церію на кордонах фаз, а це, в свою чергу, дозволяє знизити робочу температуру смітера.

Таким чином, при доданні гафнію в сплав термодинамічний баланс між швидкістю поглинання поверхні смітера атомарним церієм і швидкістю його випаровування досягається при більш низьких температурах, що є головною метою розробки ефективних металосплавних катодів. Так як зменшення температури різко знижує швидкість випаровування атомів церію з поверхні смітера по закону

$$\gamma = \gamma_0 \exp(-U_g/kT), \quad (1)$$

де U_g — енергія десорбції атома церія з поверхні, то при зниженні температури різко росте "час життя", тобто, довговічність смітера:

$$t = \frac{m}{\gamma \cdot S}, \quad (2)$$

де m — маса (запас) церію в смітері (грам),

S — площа поверхні смітера (см. кв.).

Як змінюється довговічність смітера від процентного вмісту в ньому гафнію показано на рис. 2. При побудові кривої залежності t (% Hf) були використані як склерометричні дані [3, 4], так і розрахункові з використанням формул (1) і (2). При цьому брали до уваги, що смітер представляє собою паралелепіпед розмірами 0,8x0,8x0,17 мм куб. Як і слід було очікувати, максимум довговічності смітер має, коли в ньому концентрація гафнію рівна близько 3%, тобто, при цьому значенні вмісту досягаються як найкращі смісійні властивості, так і довговічність роботи в електронному приладі.

Для структурного аналізу фаз, які входять до складу розробленого чотирьохкомпонентного катодного матеріалу, нами були зроблені зображення ділянок поверхні сплава конкретного складу Ir + 6%Hf + 2%W + 6%Ce в режимі растрового електронного мікроскопа і концентраційні профілі всіх елементів цього сплава в режимі аналіза спектрів рентгенівських ліній при перетині електронним променем середини вказаної ділянки. Був та-

ж виконаний кількісний аналіз елементів в різних фазах сплава. Кількісний аналіз проводився в трьох різних ділянках сплава, віддалених один від одного на відстані близько 1 см, що дозволило відповісти на питання про ступінь гомогенності складу і однорідності злитка. По однаковості результатів кількісного аналізу для різних точок злитку був зроблений висновок про високу ступінь його хімічної однорідності. По малим розмірам фаз (близько 10 мкм) був зроблений висновок про високу структурну однорідність сплава, що важливо для повторюваності параметрів смісії при малих розмірах смітерів.

Мікронімки поверхні сплаву показали, що структура злитка двофазна: "сіра" (температура — сполука Ir,Ce і "біла" фаза — це сплав Ir-Hf-W де церію практично нема. "Біла" фаза відповідає за термомеханічні властивості сплава, однак на поверхні смітера вона теж приймає участь в смісії завдяки поверхневій міграції церію.

Розроблений новий катодний матеріал знаходить своє практичне застосування в таких електронних приладах, як кінескопи чорно-білого і кольорового зображення, люмінесцентні лампи низького і високого тиску, тепловізори, рентгенівські трубки, електронно-променеві установки, тощо.

З використанням нового катодного матеріалу авторами розроблений катодний вузол прямого розжарювання, серійне виробництво якого налагоджене на київському підприємстві ПП "ВЕЛ". Більш детальна інформація про цей катодний вузол подана в окремій статті ювілейного випуску збірника.

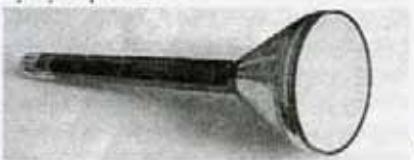


Рис. 3. Трубка з високою роздільною здатністю

На рис. 3 показана електронно-променева трубка з високою роздільною здатністю, в якій використані наші розробки. Ця трубка була використана в космічній апаратурі, з допомогою якої всілись зйомки зворотої сторони Місяця. На рис. 4 зображена проекційна електронно-променева трубка.

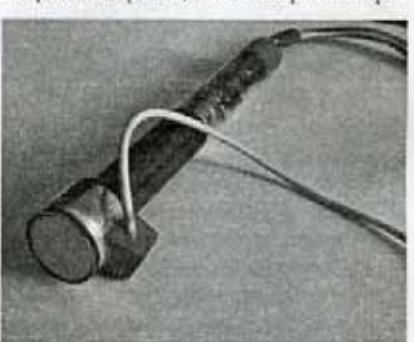


Рис. 4. Проекційна електронно-променева трубка

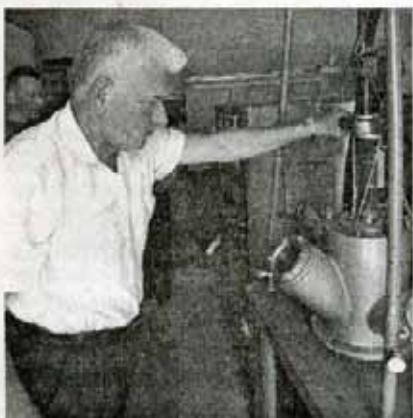


Рис. 5. Академік Осауленко біля установки плавлення катодного матеріалу

менева трубка, в якій використаний розроблений нами катодний матеріал. З допомогою цієї трубки було проведено відображення телевізійної інформації на екран площею 4 м². При цьому напруга на другому аноді трубки була знижена до 20 кВ при роздільній здатності 1250 строк і яскравості екрана трубки 6 тис. кД/м². На рис. 5 — академік Осауленко біля установки плавлення катодного матеріалу.

Література

1. Патент США № 4137476, кл. НОІ 1/16, 1979.
2. Рожков С.Є., та інш. Робота виходу сплавів ірідію з лантаном, цирєм, празо-

димом, неодимом, самарієм. "Радіотехніка і електроніка", Т. 14, вип. 5, 1969, с. 936.

3. Авт. свід. СРСР № 616662, НОІ 1/14.

4. М.Осауленко і інш. Катодний матеріал для електронних пристрій. Патент РФ № 2052855, МКІБ НОІ 1/15, опубл. 20.01.96.

5. М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Матеріал для катода електронних пристрій. Патент України № 28129, МПК 6 НОІ 1/14, опубл. 16.10.2000 р.

6. М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Катодний матеріал слікторонно-променевого пристрія і метод його виготовлення. Міжнародний патент № WO 00/21110, МПК 7 НОІ 1/14.

Катодний вузол прямого розжарювання для електронно-променевих пристрій

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

В електроннопроменевих пристріях як джерело електронів широко використовуються оксидні катоди непрямого розжарювання, емісійна здатність яких обмежена і не дозволяє забезпечувати в безперервному режимі густину струму більшу за 1 А /см², що недостатньо для отримання високих значень яскравості свічення екранів сучасних електроннопроменевих трубок.

Крім того, оксидним катодам властива інерційність виходу на робочий температурний режим, що зумовлено відсутністю в них безпосереднього теплового контакту між підігрівачем і емітером. Чрез цей недолік оксидних катодів в сучасних телевізорах використовують черговий режим розжарювання катодів кінескопа. Це приводить до додаткового витрачання електроенергії.

Недоліком оксидних катодів є також наявність досить великої електричної ємності між катодом і модулятором, що зумовлено розвиненою поверхнію оксидного катода, який має камеру для розміщення в ній підігрівача, ізольованого від стінок цієї камери. Підвищена значення ємності катодів, як відомо, обмежує частотні характеристики електроннопроменевих трубок.

Цими обставинами зумовлено прагнення перейти до використання в електроннопроменевих пристріях високоекспективних швидкорозігрівних катодів прямого розжарювання малих розмірів, позбавлених вищезазначеных недоліків. Емітер в них закріплений безпосередньо на підігрівачі, чим забезпечується надійний

тепловий контакт між ними, швидкість і економічність нагріву смітера.

Нитки розжарювання в прямонакальних катодах служать не тільки підігрівачем, але і тримачем смітера, від стабільності положення якого в електронній гарматі залежить стабільність параметрів електроннопроменевого пристрія в процесі його експлуатації. Тому при створенні реальних конструкцій прямонакальних катодів розробці жорстких конструкцій їх катодопідігрівального вузла приділяється головна увага.

Так наприклад, відомий катодний вузол слікторонуумного пристрія [1], який містить в собі емітер, дві паралельні нитки розжарювання, з'єднані своєю центральною частиною з тілом емітера, а своїми кінцями з струмопідвідними опорами катодної ніжки, закріпленими в ізоляторі. Незважаючи на використання для збільшення жорсткості катодного вузла двох ниток розжарювання замість однієї, як в оксидному катоді і ряді інших конструкцій, в даній конструкції прямонакального катодного вузла спостерігається різка асиметрія ступеня жорсткості в різних напрямках, перпендикулярних подовжній осі вузла. Якщо в напрямі, співпадаючу з площинкою, що проходить через обидві опори, жорсткість конструкції велика, то в напрямі, перпендикулярному вищезгаданому, жорсткість конструкції недостатня через вузьку базу кріплення кінців ниток розжарювання. Внаслідок цього, навіть при незначній дії різних механічних факторів, наприклад, при трясінні катодного вузла і навіть при

горизонтальному розташуванні його в слікторонуумному пристрії (за рахунок постійної дії сили ваги смітера) можлива поява вигину ниток розжарювання і, як наслідок, зміщення смітера відносно подовжньої осі слікторонуумного пристрія, що веде до погрішення його електрических і світлотехніческих характеристик і, в кінцевому результаті, до його непрацездатності.

Нитки розжарювання в конструкції катодного вузла, що розглядається, приварені слікторонуумним зварюванням або іншими методами до частини катода, виготовленої з вольфраму, титана, молібдену або ренію. Однак зварювання вольфрамовою ниткою розжарювання з вольфрамовою (або іншою тугоплавкою) основою катода має істотний недолік, який полягає в тому, що воно вимагає підведення до катода відносно великої потужності, необхідної для розплавлення тугоплавких металів, що може привести до передчасного виходу катода з ладу, навіть на стадії виготовлення.

Відомий також катодний вузол слікторонуумного пристрія [2], який містить в собі смітер і дві нитки розжарювання, з'єднані з тілом смітера своїми паралельними центральними частинами, а своїми кінцями з'єднані попарно з двома металевими траверсами, кожна з яких з'єднана з струмопідвідними опорами, закріпленими в ізоляторі катодної ніжки. Завдяки введенню в конструкцію металевих траверс її стійкість до дії механічних факторів дещо зросла, оскільки втримуючі смітер нитки розжарювання утворюють

чотири однакові гілки, які розташовані в просторі під кутом не більше за 35 до подовжньої осі смітера.

Однак дана конструкція катодного вузла має істотні недоліки, пов'язані з вибором і використанням в ній принципу з'єднання ниток розжарювання з тілом смітера. Для кріплення ниток розжарювання до смітера використовується система мікропазів, що вирізаються в тілі смітера на тильній по відношенню до його робочої поверхні стороні. У кожному смітері вирізано два взаємно паралельні пази на малій відстані один від одного. У ці пази, що мають в перетині прямокутну форму і входну щілину, меншу по ширині, ніж поперечні розміри самого паза, вставлені нитки розжарювання і зварені з тілом смітера лазерним або електронним променем в декількох точках вздовж кожної щілини. У цих точках відбувається розплавлення тіла смітера енергією зварювального променя і часткове розплавлення тугоплавкої нитки розжарювання діаметром 50 мкм, внаслідок чого нитки розжарювання скріплюються з тілом смітера не по всій довжині паза, а в окремих його точках. Один з головних недоліків відомого конструктивного рішення, полягає в тому, що, оскільки пази дуже малі і одночасно точних розмірів (ширина і висота паза повинна бути 0,05 мм ± 0,007 мм, а ширина входної щілини повинна бути менше діаметра нитки розжарювання). Їх виготовлення являє собою технічну складність і вимагає тривалого часу. Внаслідок цього дана конструкція є непридатною для використання в серійному виробництві.

Другий недолік конструкції, що розглядається, полягає в тому, що, внаслідок імпульсної дії лазерного або електронного променя на точку зварювання нитки розжарювання з смітером, в цій точці локально розвивається дуже висока температура, яка приводить до зміни структури (збільшення крихкості) вольфрамової нитки, що в свою чергу, приводить до її відламування в місці зварювання при подальших технологічних операціях з нитками розжарювання (формуванні плоскої і об'ємної конструкції підгрівача). Іншим методом, крім лазерного або електроннопроменевого зварювання, скріплюти нитки розжарювання з смітером в даній конструкції неможливо.

Третім недоліком конструкції, що описується, є те, що в ній існують сприятливі умови для прояву ефекта кругіння тіла смітера навколо точок його кріплення до ниток розжарювання і осьового зміщення його робочої поверхні в процесі роботи. Фізично ці умови виникли за рахунок:

— великої висоти тіла смітера при одночасно малій базі його кріплення (велика висота тіла смітера необхідна для забезпечення можливості вирізання в його об'ємі пазів і входних щілин); найменша

нерівномірність і неоднаковість механічної поведінки двох ниток розжарювання, закріплених в смітері на малій відстані одна від одної, приводить до ефекту "важеля", що виявляється в сильному зміщенні і нахилі робочої грані тіла смітера, віддаленої від місця його кріплення;

— наявності ефекту "спучування" ниток розжарювання в місцях зварювання, що адекватно підйому тіла смітера над нитками розжарювання, неминуче виникаючого внаслідок протікання дифузійних явищ в місцях зварювання різновідніх металів, нагрітих до високої температури; оскільки цей ефект ніколи не відбувається однаково для двох ниток, це приводить до вже відміченого явища кругіння смітера (ефекту "важеля");

— наявності кінцевої ваги тіла смітера, що нахиляється під власною вагою з часом експлуатації, оскільки його центр тягні і зона кріплення не співпадають; особливо сильно цей ефект виявляється, коли катод експлуатується в горизонтальному положенні (це має місце в більшості електроннопроменевих пристріїв);

— відмінності (внаслідок технологічного розкиду при виготовленні катодних вузлів) в довжинах окремих ниток розжарювання, яка починає виявлятися тільки після розігрівання ниток розжарювання при включені пристрії;

— відмінності в температурах розжарювання двох ниток, також викликаної технологічним розкидом параметрів при виготовленні катодних вузлів;

— того, що паралельно нитки розжарювання розташовані тільки в пазах, а по виході з них нитки знаходяться у відігненому від первинного напряму стані в сторону, протилежну робочій поверхні смітера; це приводить згодом до перекосу тіла смітера через неоднаковість подовження з часом тих частин ниток розжарювання, які безпосередньо примикають до смітера (подовження вказаніх частин відбувається внаслідок дифузії атомів матеріалу смітера в матеріал нитки розжарювання).

Вказані недолікироблять непридатним відому конструкцію катодного вузла для практичного використання, особливо, для серійної продукції.

Автори розробили придатну для промислового використання формостійку конструкцію катодного вузла прямого розжарювання для сучасних електроннопроменевих пристріїв, де потрібні підвищені значення яскравості свічення екранів, довговічності і надійності. Це було вирішено авторами за рахунок конструктивних особливостей виготовлення тіла смітера, технологічних особливостей виконання його з'єднання з нитками розжарювання і введення тримачів (траверс), на яких кріпляться кінці ниток розжарювання, що дозволило отримати більш стабільні експлуатаційні характеристики катодних вузлів прямого розжарювання,

а також забезпечити можливість їх серійного виготовлення.

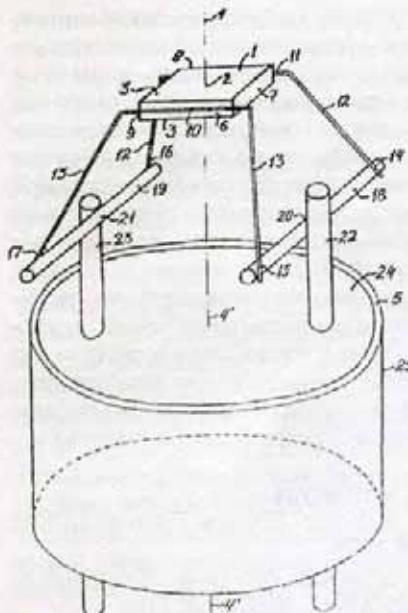
Технічна суть даної розробки полягає в тому, що в катодному вузлі прямого розжарювання тіло смітера виготовлене з металосплавного смісівного матеріалу [3] у вигляді прямокутної катодної таблетки з подовжньою геометричною віссю, що проходить через центральні основи, і чотири прямокутними бічними гранями, протяжними в напрямках, поперечних осі таблетки, при цьому з'єднання ниток розжарювання з тілом смітера виконане з боку двох протилежних бічних граней таблетки приваренням центральних частин цих ниток контактним електричним зварюванням безпосередньо до поверхні вказаних граней на всю їх протяж. Товщина катодної таблетки складає від 1/2 до 1/5 розміру її основи. Паралельні дільниці ниток розжарювання перевищують по довжині їх центральні частини, що знаходяться в з'єднанні з тілом смітера. Таке перевищення в довжині паралельних дільниць ниток розжарювання над їх центральними частинами може складати від 4 до 10 діаметрів ниток розжарювання (в залежності від вибраного діаметра нитки). Кожна нитка розжарювання з'єднана з тілом смітера посередині його бічної грани. Траверси виконані у вигляді відрізків дроту з високоомного залізонікелевого сплаву і хрестоподібно з'єднані з струмопідвідними опорами катодної ніжки своїми серединами. При цьому нитки розжарювання сформовані у вигляді усіченого чотиригранного піраміdalного каркаса.

Таке виконання катодного вузла прямого розжарювання забезпечує високу стійкість форми катода в умовах його реальної роботи в електроннопроменевому пристрії, що, в свою чергу, дозволяє збільшити стабільність параметрів, надійність і довговічність роботи пристріїв з таким катодним вузлом. Розроблена конструкція дозволяє спростити процес виготовлення катодних вузлів і забезпечити можливість їх серійного виготовлення. Нова конструкція катодного вузла прямого розжарювання запатентована авторами в Україні [4] і захищена міжнародним патентом [5].

Істотною ознакою нової конструкції катодного вузла, яка включає вищеперелічені недоліки відомих технічних рішень і робить її серійнопридатною, є принципово нове рішення вузла з'єднання ниток розжарювання з тілом смітера. Приварення ниток розжарювання безпосередньо до двох протилежних бічних поверхонь (граней) катодної таблетки дозволяє:

— спростити технологію виготовлення смітерів;

— збільшити жорсткість (формостійкість) конструкції кріплення смітера за рахунок істотного збільшення бази його кріплення і одночасного змен-



Фіг. 1. Катодний вузол прямого розжарювання

шення його висоти (товщини катодної таблетки), що різко зменшує прояв винесгадуваного ефекта "важеля".

— збільшити площину робочої поверхні емітера при збереженні малими його об'єму і ваги за рахунок зменшення його висоти, що стало можливим завдяки виключенню пазів, які виконуються у відомому технічному рішенні всередині тіла емітера для розташування в них ниток розжарювання;

— перевести дію ефекту "спучування" ниток розжарювання, з'єднаних з тілом емітера, з осьового напряму в відомій конструкції (оскільки приварення ниток розжарювання здійснювалося в ній в напрямі, співпадаючому з осьовим) в попречну площину, паралельну робочій поверхні емітера, що зробило осьове положення емітера не чутливим до згаданого "спучування" ниток розжарювання, оскільки дія цього ефекту звелася лише до деякого збільшення бази кріплення емітера в площині, попречній осі вузла;

— сумістити центр маси емітера з площину його кріплення, що виключає можливість його нахилу (кругіння) під дією власної ваги при експлуатації катодного вузла в горизонтальному положенні, що практично завжди має місце;

— оскільки база кріплення емітера збільшена в декілька разів (за рахунок перенесення місця зварювання з нижньої грани на бічні грани емітера і розширення тіла емітера за рахунок зменшення його висоти), значно зменшити ефект перекосу робочої поверхні емітера, що викликається можливою відмінністю в довжині і температурі нагріву окремих ниток розжарювання.

Ще однією істотною ознакою нової конструкції катодного вузла є те, що після

виходу із зони з'єднання з смітером нитки розжарювання продовжують розташовуватися паралельними самим собі на деякій відстані від смітера, а потім зазнають вигину в сторону, протилежну робочій поверхні емітера. Це рішення дозволяє виключити нахил і зміщення робочої поверхні емітера (у бік модулятора електроннопроменевого приладу). Така поведінка емітера має місце в відомій конструкції через неминуче подовження з часом примикаючих до смітера дільниць ниток розжарювання. В нашій конструкції це реально існуюче подовження відбувається в площині, перпендикулярній осі катодного вузла, і тому не позначається на його основному місцеположенні.

Важливою ознакою нової конструкції є відсутність в тілі емітера двох пазів з вхідними щілинами і кріплення ниток розжарювання безпосередньо до поверхні емітера з обох його протилежних бічних сторін. Це має наступні переваги:

- значно зменшенні втрати катодного матеріалу при виготовленні емітерів;
- відсутність складного і тривалого технологічного процесу вирізування вузьких пазів в мініатюрних деталях, якими є емітери;
- можливість застосування простих і надійних методів з'єднання ниток розжарювання з поверхнею емітера (наприклад, контактного зварювання опором), що не руйнують структуру вольфрамових ниток;
- можливість автоматизувати процес зварювання катодного вузла;
- можливість, як згадувалося вище, заміни великої висоти тіла емітера, що є негативним чинником, на велику ширину тіла емітера, що є істотно позитивним чинником для забезпечення жорсткості катодного вузла і беззабардінного формування електронного променя.

На фіг. 1 приведений загальний вигляд нового катодного вузла прямого розжарювання.

Катодний вузол прямого розжарювання містить смітер, виготовлений з металосплавного катодного матеріалу у вигляді прямокутної катодної таблетки 1, яка має подовжню геометричну вісь 4, що проходить через центри 2 своїх основ 3, суміщену з віссю 4 катодної ніжки 5 і чотири протяжні в попречному (відносно осі 4) напрямі прямокутні бічні грани 6, 7, 8 і 9, до двох з яких, розташованих симетрично відносно осі 4, на всьому їх протязі приварені своїми паралельними центральними частинами 10 і 11 дві нитки розжарювання 12 і 13, кінці яких 14, 15, 16 і 17 з'єднані попарно (14-15 і 16-17) з двома металевими траверсами 18 і 19, рівновіддаленими від тіла смітера, утворюючи чотири гілки ниток розжарювання, що втримують смітер в конструкції катодного вузла. З'єднання кінців ниток розжарювання з траверсами виконане близь-

ч до кінця траверс, чим до їх середин 20 і 21. Своїми серединами траверси хрестоподібно з'єднані з струмопідвідними опорами 22 і 23, жорстко закріпленими в ізоляторі 24 катодної ніжки 6. Катодна ніжка 6 призначена для встановлення за допомогою неї катодного вузла в електроннопроменевий прилад. У зв'язку з цим вона забезпечена точною настановною гільзою 25, що стикується з точною відповідною деталлю електроннопроменевого приладу при посадці в нього катодного вузла.

Для придання ще більшої жорсткості конструкції кріплення емітера 1, в даному катодному вузлі передбачене просторове формування ниток розжарювання 12 і 13. Як видно з фіг. 1 нитки розжарювання сформовані у вигляді чотиригранного усіченого пірамідального каркаса, ребрами якого служать вищезазначені гілки ниток розжарювання, а основою — жорстко закріплені на струмопідвідних опорах 22 і 23 металеві траверси 18 і 19, виконані у вигляді прямолінійних відрізків дроту з високоомного залізонікелевого сплаву.

Вибір матеріалу і форми траверс проприкований міркуваннями забезпечення мінімального витоку тепла від розжарювання вольфрамових ниток через ці траверси на холодні масивні струмопідвідні опори катодної ніжки (високоомні залізонікелеві сплави, як відомо, мають, крім низьких значень питомої електропровідності, також і низькі значення питомої теплопровідності). Таким чином, за рахунок матеріалу і форми траверс забезпечується підвищено значення ефективності розжарювання емітера, незважаючи на використання в даній конструкції ниток розжарювання малої довжини (при великій довжині ниток розжарювання різко падає жорсткість конструкції кріплення емітера).

З фіг. 1 видно, що паралельні дільниці ниток розжарювання перевищують по довжині їх центральні частини 10 і 11, що знаходяться в з'єднанні з тілом емітера. Встановлення довжини виступаючих із зони з'єднання з смітером частин паралельних дільниць ниток розжарювання рівними від 2 до 5 діаметрів нитки розжарювання зроблено вихідчи з статистичних експериментальних даних про глибину дифузійного проникнення атомів катодного матеріалу в нитку розжарювання при тривалій роботі катодного вузла. Верхня межа довжини виступаючої частини ниток розжарювання обумовлена вимогами збереження високого рівня жорсткості конструкції.

Оптимальним з точки зору зручності і надійності приварювання ниток розжарювання до бічної грани емітера є з'єднання ниток розжарювання з тілом емітера посередині його бічної грани.

Прикладом практичного виконання розробленої конструкції катодного вузла може слугувати катодний вузол з наступними конкретними параметрами: емі-

тер виконаний з сплаву іридій-церій-гафній-вольфрам [3] в розмірах 0,8x0,8x0,17 мм³. Як нитки розжарювання застосований дріт з вольфрам-ренієвого сплаву (W-80 ваг. %, Re-20 ваг. %) діаметром 50 мкм. Повна довжина кожної нитки розжарювання рівна 4 мм (з урахуванням зони її з'єднання з емітером). Як траверси використаний дріт з нержавіючої сталі діаметром 0,23 мм. Довжина траверс рівна 2 мм. Струмопідвідні опори катодної ніжки виготовлені з коварового дроту діаметром 0,4 мм. Ізолатором катодної ніжки служить скло С 48-2. Гільза катодної ніжки виготовлена з коварової трубки зовнішнім діаметром 3,2 мм і товщиною стінки 0,15 мм.

Вольфрамова нитка розжарювання приварена посередині кожної з двох бічних граней емітера за допомогою контактного зварювання опором. Паралельна дільниця ниток розжарювання рівна 1,2 мм, тобто кожна виступаюча з емітера частина ниток розжарювання подовжині рівна двом своїм діаметрам.

Розроблений катодний вузол працює слідуючим чином. До струмопідвідних опор катодної ніжки 5 подається напруга розжарювання (в приведеному прикладі напруга і струм розжарювання рівні відповідно 1,25 В і 1,25 А). Електричний струм йде по ланцюгу: одна опора, на-

приклад 22, потім розгалужується в точці з'єднання 20 опори з траверсою 18 на два рівні потоки, проходить паралельно через нитки розжарювання 12 і 13, розжарюючи їх за рахунок виділення джоулева тепла, від якого нагрівається тіло емітера, і далі струм стікає на другу опору 23 через дві гілки другої траверси 19. При вказаних параметрах розжарювання емітер розігрівається до температури близько 1450°C. При такій температурі забезпечується густина і потоку електронів з робочої поверхні емітера і більша за 5 А/см², що значно перевищує густину емісійного струму оксидних катодів.

Завдяки застосуванню коротких ниток розжарювання час готовності нового катодного вузла дорівнює 0,8 с. При дотриманні номінального режиму розжарювання катодний вузол може працювати протягом 18-20 тисяч годин, що було підтверджено експериментом.

Катодний вузол прямого розжарювання, що розглянуто, завдяки високій жорсткості забезпечує стабільну роботу електровакумного приладу протягом тривалого терміну його експлуатації. Завдяки простоті виготовлення вказаній катодний вузол освоєний в серійному виробництві на Київському підприємстві ПП "ВЕЛ".

З використанням серійних катодних вузлів прямого розжарювання на заводі

"ЕКРАНАС" (м. Паневежіс, Литва) виготовлені і проведенні випробування кольорових кінескопів з діагоналлю екрана 54 см, випущено декілька дослідних партій цих кінескопів і розпочато освоєння їх серійного виробництва. Головна перевага цих кінескопів перед існуючими аналогами — відсутність шкідливого рентгенівського випромінювання з-за переходу на анодну напругу 20-21 кВ і нову емісійну систему, що стало можливим завдяки високим смісійним можливостям розробленого катодного вузла з металосплавним емітером. Детально про розробку кінескопа з катодами прямого розжарювання проінформовано в одній із публікацій даного збірника.

Література

1. Патент США № 4137476, кл. НОІ 1/16, 1979.
2. Патент Російської Федерації № 2052856 С1, МПК6 НОІ 1/16.
3. М. Осауленко, В. Шутовський, О. Култашев. Катодний матеріал для електронно-променевого приладу і спосіб його виготовлення. Міжнародний патент № WO 00/21110 РСТ, опубл. 13.04.00.
4. М. Осауленко, В. Шутовський. Прямо-розжарювальний катодний вузол і електронна гармата з його використанням. Міжнародний патент № WO 0028566, МПК7 НОІ 1/15, опубл. 15.05.2000.

Способи складання електронних гармат з металосплавним катодом

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

При складанні електронних гармат електронно-променевих приладів необхідно забезпечувати високу точність установки відстаней між електродами, включаючи катод, тому що цим визначається досягнення необхідних значень і розкід параметрів приладів. Повторюваність електричних параметрів приладів необхідна для виключення індивідуального підстроювання електричних схем, з якими стикаються прилади. Одним із найбільш важливих електрических параметрів електронно-променевого приладу, що визначає характеристики його спряження з електричними ланцюгами модуляції, підсилення, керування і гасіння електронного променя, є величина запірної напруги. Теоретично й експериментально показано, що величина запірної напруги залежить від усіх геометрических параметрів електронної гармати, а саме, від, як назначалося вище, зазорів між електродами, включаючи катод, від діаметрів отворів у модуляторі й аноді, від товщини

електродів у зоні їх робочих отворів. Звичайно електроди з отворами виготовляють з високою точністю заздалегідь, до складання електронної гармати. Також заздалегідь виготовляють і катодні вузли. Тому проблема складання електронних гармат зводиться до установки точних відстаней між електродами. Необхідну відстань між модулятором і анодом звичайно забезпечують за допомогою установлення між ними калібріваних за товщиною плоскопаралельних прокладок (сплейсерів), що витягаються після скріplення електродів з ізолятором електронної гармати. Цей спосіб досить простий і забезпечує високу точність фіксації відстані модулятор-анод. Для установки ж точної відстані катод-модулятор методом плоскопаралельних прокладок не підходить з двох причин: 1) при використанні прокладки, особливо, при її витягуванні з зазору катод-модулятор виникає небезпека ушкодження робочої поверхні катода, 2) розміщення прокладки і її витягуван-

ню перешкоджає наявність у модуляторі віймки (заглиблення) навпроти катода, яку роблять для максимально можливого зменшення товщини модулятора в зоні його апертурного отвору (це поліпшує модуляційні характеристики електронної гармати). Вказаними обставинами обумовлена та увага, що приділяється розробці і впровадженню спеціальних нетрадиційних способів установки точної відстані катод-модулятор при складанні електронних гармат. Для цих цілей використовують різні методи і фізичні явища: метод механічних упорів (дистанційних виступів), оптичні методи (у тому числі, із використанням лазерного променя), методи вимірю електричної емності між катодом і модулятором, методи вимірю опору повітряному потокові, що нагнітається в зазор катод-модулятор, метод електричного контакту між робочою поверхнею катода і поверхнею допоміжного шаблона, що з високою точністю "прив'язує" до координат робочої по-

верхні модулятора. Усі ці методи практично і реалізовані і використовуються при установці катодів в електронну гармату. Кожному з них властиві свої переваги і недоліки. Так, наприклад, досить поширений спосіб посадки катода в електронну гармату, за яким на торці керамічного ізолятора катодного вузла виготовляють дистанційні виступи (шипи), що виступають за поверхню катода на розмір, рівний необхідній відстані катод-модулятор. Цими виступами катодний вузол впирається у робочу поверхню модулятора і такому положенні фіксують. Даний спосіб відрізняється простотою практичного використання, але не забезпечує високої точності, тому що керамічну деталь з дистанційними виступами з високою точністю виготовити не вдається у зв'язку з тим, що після спікання вони змінюють свою початкові розміри, у той час як вимоги за точністю установлення зазору катод-модулятор складають десятки і навіть одиниці мікрон.

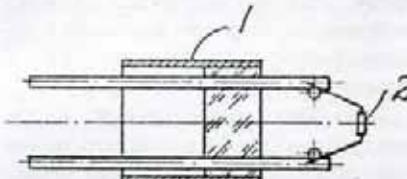
Особливо жорсткі вимоги з ідентичності розмірів зазорів катод-модулятор пред'являються в кольорових кінескопах, в яких використовуються три електронні гармати. Для забезпечення балансу більшого у всьому діапазоні використовуваних яскравостей розкид в розмірах відстані катод-модулятор у триканальній електронній гарматі кольорового кінескопа повинен бути не більше 0,005 мм. Це стимулювало розробку більш точних способів посадки катодів в електронну гармату кольорового кінескопа.

Одним із таких способів є спосіб повітряного потоку, заснований на вимірюванні тиску повітря в капілярі, яким нагнітають повітря в зазор катод-модулятор [1]. Звичайно капіляр у вигляді голки з отвором вставляють з боку анода електронної гармати в отвір модулятора. Торець голки (капіляра) встановлюють в одній площині з робочою поверхнею модулятора. У процесі посадки катода, коли його робоча поверхня наближається до модулятора, виникає опір вільному виходові повітря із капіляра, в результаті чого тиск в ньому починає збільшуватися. За ступенем збільшення повітряного тиску в капіляре можна робити висновок з високою точністю про відстань, на якій від робочої поверхні торця капіляра (тобто, від робочої поверхні модулятора) знаходитьсья робоча поверхня катода. За шкалою манометра, що вимірює тиск в капілярі і прокаліброваного в одиницях довжини, контролюють і фіксують необхідний розмір зазору катод-модулятор. При досягненні цього розміру спрацьовує датчик точної відстані. В цей момент здійснюється миттєва приварка катодного вузла до елементів арматури електронної гармати.

Однак спосіб, що описується, виявляється неприйнятним для роботи з катодами малих розмірів, тенденція пере-

ходу до яких намітилася останнім часом у зв'язку з необхідністю зменшення споживаної потужності розжарення, часу готовності і електричної емності катодів. Ця тенденція додатково підкріпилася у зв'язку з розробкою високоефективних металосплавних і металопористих катодних матеріалів, при використанні яких необхідність виготовляти катоди великих розмірів відпала. Непридатність класичного способу повітряного потоку для посадки катодів малих розмірів обумовлюється тим, що зазначений спосіб надзвичайно чутливий до центрування робочої частини катода відносно осі капіляра. Найменший відхіл катода малого розміру убік від осі посадки призводить до появи помилки у вимірюванні і контролі опору повітряному потоку і, отже, у вимірюванні і фіксації відстані катод-модулятор. Іншим недоліком цього способу є громіздкість пристрою, що його реалізує.

Відомий також спосіб виготовлення катодно-модуляторного вузла електронно-оптичної системи електронно-променевої трубки [2]. Даний спосіб дозволяє



Фіг. 1.

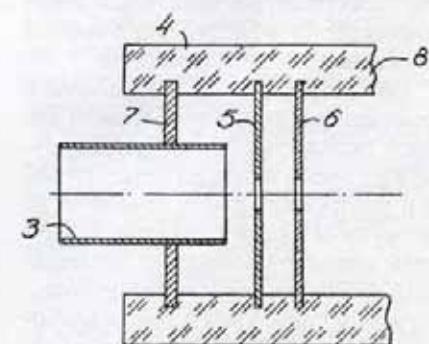
підвищити точність установки відстані між металосплавним катодом і модулятором, при цьому рівень точності, що досягається, не залежить від розмірів катода. Висока точність установки відстані між катодом і модулятором забезпечується за рахунок використання в даному способі ефекту стрибкоподібної появи електричного контакту при зближенні і наступному зіткненні двох електропровідних деталей, підключених до різних полюсів джерела постійної електричної напруги. Момент появи електричного контакту при торканні деталлю, що рухається, другої нерухомої деталі свідчить про досягнення першою деталлю координати поверхні другої деталі. Ця обставина закладена в основу способу забезпечення заданого точного розташування катода в електронній гарматі.

Спосіб виготовлення катодно-модуляторного вузла, що розглядається, передбачає застосування при установці катода додаткової металової циліндричної деталі (спейсера), що відіграє роль дистанційного шаблона, установленого між катодним вузлом і модулятором електронної гармати. Заздалегідь складають катодний вузол зі спейсером так, щоб забезпечити відстань між його торцем з робочою поверхнею катода, рівною необхідній відстані катод-модулятор. Це складання

виконують на допоміжному пристрої з використанням в ньому описаного вище ефекту появі електричного контакту між двома металевими деталями в момент їхнього взаємного торкання. Допоміжний пристрій являє собою циліндричне оправлення електроізоляційного матеріалу, що має посадкове місце для спейсера. В оправлення з боку, протилежного посадковому місцю, аксально вводять підпружинений металевий штир таким чином, щоб його торець виступав над торцевою посадковою поверхнею оправлення на розмір, рівний необхідній відстані катод-модулятор. У посадкове місце оправлення встановлюють спейсер таким чином, щоб він своїм торцем уперся в зазначену посадкову торцеву поверхню. Потім в спейсер вводять заздалегідь виготовлений катодний вузол. Між катодом і металевим штирем прикладають постійну електричну напругу. В електричний ланцюг включають датчик, що має можливість реагувати на появу електричного контакту між катодом і штирем, катодний вузол плавно переміщають уздовж спейсера в напрямку штиря до моменту появи сигналу датчика про замикання електричного ланцюга між катодом і штирем. В цей момент переміщення катодного вузла припиняють і в такому положенні виконують скріплення його зі спейсером за допомогою, наприклад, точкового зварювання. Катодний вузол із привареним до нього спейсером витягають з оправлення і вставлять у посадкове місце електронної гармати до опору торця спейсера в робочу поверхню модулятора. У такому положенні здійснюють скріплення спейсера катодного вузла з елементами посадкового місця електронної гармати (також за допомогою точкового зварювання).

Основний недолік відомого способу полягає в тому, що металева деталь катодного вузла — спейсер обирається на робочу поверхню модулятора. Це призводить до таких небажаних чинників:

— тепло від катодного вузла перетікає по спейсеру на модулятор, в результаті чого відбувається його перегрів і короблення, особливо, в зоні апертурного отвору, де товщина пластини модулятора звичайно мала; короблення модулятора



Фіг. 2.

призводить до нестабільності роботи електронної гармати і приладу в цілому;

— додатковий перегрів спейсера і модулятора і зв'язане з цим додаткове короблення його робочої поверхні через утворення навколо розпеченою до високої температури катода так званої теплової пастки — закритої (через наявність спейсера) порожнині малого об'єму, що акумулює усередині себе радіаційну складову теплових втрат катода;

— після включення джерел розжарення катода змінюються установлена відстань катод-модулятор внаслідок теплового подовження спейсера, що нагрівається до високої температури;

— збільшується електрична ємність катода відносно модулятора через утворення за допомогою спейсера гальванічного зв'язку модулятора з елементами конструкції катодного вузла, що веде до зміни частотної характеристики електронної гармати.

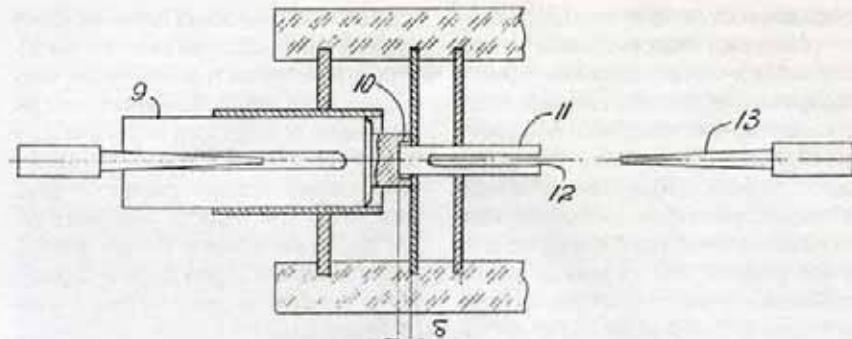
Другим недоліком відомого способу є те, що установлення відстані катод-модулятор здійснюють на допоміжному присторі, після роботи на якому катодний вузол витягають із пристрою і пересустановлюють в конкретний екземпляр електронної гармати, де контроль відстані катод-модулятор безпосередньо не здійснюється. Такий перенос катодного вузла з одного робочого місця на інше призводить до похибки в реально одержаних розмірів зазору катод-модулятор.

Третім недоліком даного способу є ускладнений процес монтажу електронної гармати.

Зазначені недоліки роблять відомий спосіб складання електронних гармат неприйнятним для практичного застосування.

При впровадженні серійного виробництва кінескопів з металосплавними катодами перед авторами стала проблема створення придатного для практичного використання простого способу монтажу катодного вузла в електронну гармату електронно-променевого приструю, що забезпечує високу точність установлення відстані катод-модулятор і стабільність цієї відстані в процесі експлуатації електронно-променевого приструю. Такий спосіб був нами розроблений, впроваджений в серійне виробництво і захищений патентом України [3].

Суть розробленого способу полягає в тому, що при складанні електронної гармати з металосплавним катодом, спочатку в посадкове місце (для катодного вузла) електронної гармати вставляють до упору своїм торцем в поверхню модулятора додатково виготовлений дистанційний шаблон, що має на торці центральну віймку, глибина якої дорівнює необхідному розміру відстані між катодом і модулятором.



Фіг. 3.

Модулятором, тимчасово фіксують шаблон у цьому положенні, потім в отвір модулятора електронної гармати з боку її анода вставляють до упору в дно зазначененої віймки металевий штир і фіксують його в цьому положенні, шаблон розірісують і витягають з електронної гармати, а замість нього в посадкове місце електронної гармати вставляють катодний вузол і здійснюють його взаємне жорстке спряження з використанням вищезгаданого електроконтактного методу для забезпечення необхідної відстані між катодом і модулятором, після чого допоміжний металевий штир витягають з електронної гармати.

Точну подачу катодного вузла до моменту торкання його поверхні штира здійснюють, наприклад, за допомогою мікрометричного гвинта.

Застосування в розробленому способі одного робочого місця для складання електронної гармати дозволяє спростити процес складання і підвищити точність установки необхідної відстані між катодом і модулятором.

Відсутність у даному способі металевого спейсера, що контактує з модулятором, дозволяє, по-перше, значно знизити його робочу температуру і уникнути тим самим його короблення в процесі роботи електронно-променевого приструю, а, по-друге, знизити рівень високочастотних втрат при модуляції електронно-променевого приструю. Це робить розглянутий спосіб придатним для серійного використання.

На фіг. 1-4 показаний приклад практичної реалізації способу.

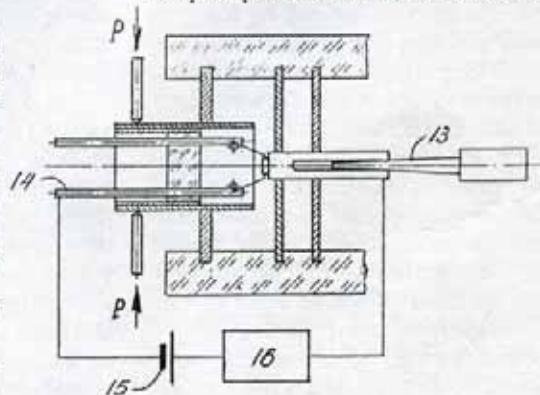
На фіг. 1 показаний катодний вузол із металосплавним катодом. На фіг. 2 показана електронна гармата з посадковим місцем для катодного вузла. На фіг. 3 показана схема установки в електронну гармату дистанційного шаблона і допоміжного металевого штира. На фіг. 4 показана схема установки і закріплення катодного вузла в електронній гарматі.

Спосіб, що вище розглянуто, практично реалізують так.

Виготовляють роздільно катодний вузол 1 (фіг. 1) із металосплавним катодом 2 і споряджено посадковим місцем 3 для катодного вузла 1 електронної гармати 4 з модулятором 5 і анодом 6 (фіг. 2). Планка 7, що утримує посадкове місце 3 катодного вузла 1, модулятор 5 і анод 6 скріплена між собою ізолятором 8.

Потім виготовляють дві допоміжні деталі, що служать технологічним інструментом для складання електронної гармати, а саме: дистанційний шаблон 9 (фіг. 3), що має на торці віймку 10, глибина якої дорівнює необхідному розміру відстані між катодом 2 і модулятором 5, і металевий штир 11, діаметр якого дорівнює діаметру отвору в модуляторі 5 електронної гармати 4. Дистанційний шаблон 9 має діаметр, рівний діаметру посадкового місця 3 електронної гармати 4. Шаблон 9 і штир 11 мають кожний із неробочого боку вузький паз 12, що простирається майже до робочого торця кожної деталі. Пази 12 призначенні для фіксації шаблона 9 і штира 11 в електронній гарматі 4 за допомогою розширених клинів 13, що вставляються в ці пази. Можливі й інші варіанти фіксації шаблона і штира в електронній гарматі.

Процес складання катодного вузла 1 з електронною гарматою 4 здійснюється у такий спосіб. Спочатку в посадкове місце 3 електронної гармати 4 вставляють дистанційний шаблон 9 до упору своїм робочим торцем, спорядженим віймкою 10, у робочу поверхню модулятора 5 і фіксують його в такому положенні за допомогою розірвного клина 13, що вставляється



Фіг. 4.

ся в паз 12 шаблона 9. Потім в отвір модулятора 5 електронної гармати 4 з боку її анода 6 вставляють металевий штир 11 своїм плоским робочим торцем (не маючим паза) і фіксують його в такому положенні за допомогою розпірного клина 13, що вставляється в паз штири (фіг. 3). Після цього шаблон 9 розфіксують (для чого клин 13 видають із паза шаблона) і витягають з електронної гармати, а замість цього в посадковому місці 3 електронної гармати 4 вставляють катодний вузол 1, під'єднують до його накальних виводів 14 один із полюсів джерела постійної електричної напруги 15. Інший полюс джерела 15 під'єднують до металевого штири 11 через індикатор електричного контакту 16. Потім продовжують переміщення катодного вузла 1 уздовж посадкового місця 3 електронної гармати 4 у напрямку металевого штири 11. При наближенні катода 2 до робочого торця штири 11 переходить на плавне переміщення катодного вузла і продовжується його до моменту торкання катода 2 штири 11, що визначають за сигналом індикатора 16 електричного контакту, який спрацьовує в

момент замикання електричного ланцюга. Тільки з'явиться сигнал індикатора 16, плавне переміщення катодного вузла припиняють і здійснюють його закріплення в посадковому місці електронної гармати, наприклад, за допомогою точкового електrozварювання. Після цього штир 11 витягають з електронної гармати, попередньо розфіксувавши його. Цією операцією завершується процес складання електронної гармати. При складанні великої кількості електронних гармат використовують один і той же шаблон. Це дозволяє забезпечити високу повторюваність розміру зазору між катодом і модулятором. Практична точність установки зазору таким способом сягає декількох мікрон.

В деяких модифікаціях серійного устаткування для монтажу катодних вузлів в електронну гармату (зокрема, для запресування катодів в арматуру кольорового кінескопа), де використовується можливість реверсного переміщення катодного вузла відносно модулятора, авторами був запропоновані спрощений спосіб встановлення зазору катод-модулятор. Він полягає в тому, що переміщення катод-

ного вузла в напрямку модулятора різко припиняється, як тільки сміттер торкється робочої поверхні модулятора і замкне гальванічний ланцюг модулятор-сміттер-джерело напруги-датчик електричного контакту. Після спрацювання датчика вмикається реверсне переміщення катодного вузла від сміттера на заздалегідь встановлену однакову для всіх катодів відстань. Це забезпечує необхідний зазор катод-модулятор. Як тільки вказане переміщення катодного вузла закінчене, вмикається автоматичне устаткування, що здійснює приварювання корпуса катодного вузла до відповідного циліндричного посадкового місця електронної гармати.

Література

- Заявка Японії № 57-31612 НОІ 19/18, 29/48, 1982 р.
- Авторське свідоцтво СРСР № 1367764 АІ, НОІ 1/20.
- Осауленко М.Ф., Шутовський В.В. Способ складання електронної гармати з металосплавним катодом. Патент України № 28133.

Електроннооптична система для кінескопів

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

Історично відома класична схема електроннооптичної системи (EOS) кольорового кінескопа [1]. Згідно цієї схеми, за катодом послідовно розміщені модулятор, плоский прискорюючий електрод, фокусуючий електрод та анод. Останні два електроди утворюють головну фокусуючу лінзу системи. Недоліком розгляданої схеми електроннооптичної системи є різке погіршення роздільної здатності променя в центрі екрана кінескопа та її рівномірності по полю екрана при великих значеннях струму електронного променя (блізько 1 мА), які потрібні в сучасних кольорових кінескопах для забезпечення високої яскравості свічення екрана. Вказане погіршення роздільної здатності кінескопа з такою електроннооптичною системою є наслідком того, що при великих значеннях струму різко збільшується апертура променя (поперечний переріз) перед входом його в головну фокусуючу лінзу, а це означає різке збільшення сферичних і інших aberracій, погіршуючих якість фокусування променя на екрані.

Для того, щоб зменшити розходження пучка електронів перед попаданням його в зону дії головної фокусуючої лінзи, треба, придати йому властивостей параксіального променя, використовуючи різні схеми попереднього фокусування.

Відома також [2] електроннооптична система з схемою попереднього фокусування (див. рис 1), яка містить катод 1, модулятор 2, плоский прискорюючий електрод 3, фокусуючий електрод 6 та анод 7. Між прискорюючим 3 і фокусуючим 6 електродами додатково (по відношенню до класичної схеми) встановлені два плоских електроди 4 і 5, причому додатковий електрод 4, розміщений більше до прискорюючого електрода 3, електрично з'єднаний з фокусуючим електродом 6, а додатковий електрод 5, розміщений більше до фокусуючого 6, електрично з'єднаний з прискорюючим електродом 3. Додаткові електроди передбачені для одержання двох додаткових лінз попереднього фокусування променя.

Така електроннооптична система по типу живлення її електродів може вико-

ристовуватись в двох режимах: в пентодному і тетродному. Розглянемо недоліки системи в кожному режимі її роботи.

В пентодному режимі роботи системи, коли додатковий електрод, розміщений більше до фокусуючого, з'єднаний всередині системи з прискорюючим електродом, утворюється додаткова одинична лінза попереднього фокусування за допомогою електродів 3, 4 і 5, оптичну силу якої, передбачається регулювати зміною потенціалу на її центральному електроді 4 — першому з додатково встановлених плоских електродів. Введення додаткового елементу регулювання режимами кінескопа неприйнятно для класичних схем живлення сучасних серійних кінескопів і відпрацьованих схем телевізорів, бо потребує введення додаткових вивідних штирків на цоколі кінескопа і додаткового блоку живлення, що регулюється, в схемі телевізора. Друга лінза попереднього фокусування, утворена електродами 5 і 6, нічим не відрізняється від відомих електроннооптических схем.

В тетродному режимі, коли додатковий електрод 4 підключений всередині системи до фокусуючого електрода 6, одинична лінза, утворена електродами 4, 5 і 6, має розсіювальні властивості через те, що її центральний електрод 5 має електричний потенціал, нижчий за потенціал бокових електрів 4, 6 і, в зв'язку з цим, не вирішує проблеми попереднього фокусування електронного променя. Імерсійна лінза, утворена в цьому режимі електродами 3 і 4, перебуваючи під потенціалами відповідно прискорюючого і фокусуючого електрів, нічим не відрізняється від відомих.

Автори розробили нову електрооптичну систему кольорового кінескопа, яка забезпечила високу роздільну здатність зображення на екрані при високих робочих значеннях струму променів, які вимагаються для сучасних широкоформатних кінескопів.

Технічна суть розробки полягає в тому, що другий додатковий плоский електрод, а саме той, що розміщений ближче до прискорюючого електрода, електрично з'єднаний з модулятором.

Завдяки запропонованому розміщенню і внутрішній взаємокомутації додаткових плоских електрів, в новій електрооптичній системі в проміжку катод – фокусуючий електрод утворюються три послідовно розташовані електронні лінзи попереднього фокусування променя, спільна дія яких забезпечує зменшення апертури пучка при проходженні його через головну фокусуючу лінзу, утворену фокусуючим електрідом і анодом. Зменшення апертури пучка, як відомо, збільшує його параксіальність і, отже, покращує умови фокусування.

Розглянемо склад і функції кожної з цих трьох електронних лінз попереднього фокусування. З цією метою проаналізуємо конкретний приклад виконання розробленої електрооптичної системи:

Електрооптична система (див. рис. 1) містить послідовно розташовані катод 1, модулятор 2, прискорюючий електрід 3, перший додатковий плоский електрід 4, другий додатковий плоский електрід 5, фокусуючий електрід 6 та анод 7, причому, перший додатковий електрід 4, розміщений близче до прискорюючого електріда 3, електрично з'єднаний з модулятором 2, а другий додатковий електрід 5, розміщений близче до фокусуючого електріда 6, електрично з'єднаний з прискорюючим електрідом 3.

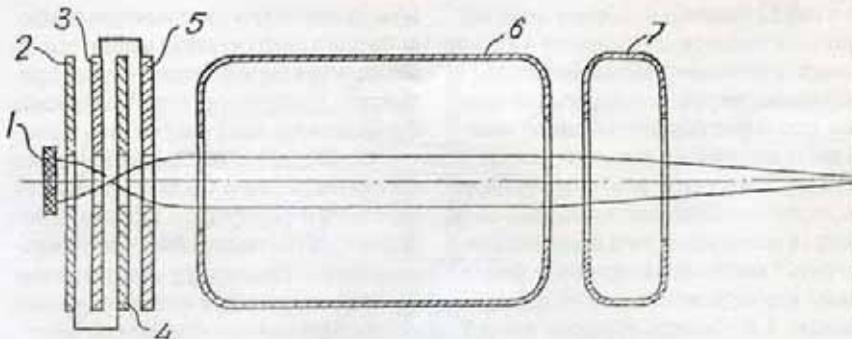


Рис. 1. Електрооптична система для кінескопів

Перша лінза попереднього фокусування утворюється робочою поверхнею катода 1, модулятором 2 і прискорюючим електрідом 3. Фактично це – імерсійний об'єктив, що утворює кросовер (найменший переріз пучка), який локалізується в районі прискорюючого електріда 3. Кут розходження пучка з кросовера відомих електрооптических системах, що використовуються для кінескопів, достатньо великий (якраз це є причиною небажаного розширення апертури пучка при його вході в головну фокусуючу лінзу) через те, що, як правило, імерсійні об'єктиви виконують короткофокусними, тобто, сильними для одержання малого діаметра кросовера, потрібного для забезпечення високої роздільної здатності кінескопа. Таким чином, при всіх перевагах, перша лінза електрооптичної системи сама по собі не вирішує завдання забезпечення параксіальності пучка.

Друга лінза попереднього фокусування утворюється в розробленій ЕОС модулятором 2, прискорюючим електрідом 3 і першим додатковим плоским електрідом 4, з'єднаним електрично з модулятором 2. Ця лінза має розсіювані властивості, але те, що вона фактично утворена тими ж електрідами, що й попередньо розташована сильна іммерсійна лінза (електріди 2 і 3 у них спільні), і зони дії цих лінз частково перекриваються, розсіювальна здатність вказаної лінзи, накладаючись на збиральну дію сильної іммерсійної лінзи, частково компенсує останню. Це позитивно впливає на кут розходження пучка з кросовера, зменшуючи його безпосередньо в зоні виходу з кросовера, що не дає можливості розійтися електронному пучку на шляху до головної фокусуючої лінзи. У розглянутій взаємодії перших двох лінз попереднього фокусування полягає перша перевага нової електрооптическої системи перед відомою.

Далі на пучок діє достатньо сильна збиральна однієї лінзи, утвореної прискорюючим електрідом 3, першим додатковим плоским електрідом 4, електрично з'єднаним з модулятором 2, і другим додатковим плоским електрідом 5, електрично з'єднаним з прискорюючим електрідом 3. Таким чином, пучок електронів, не встигаючи скільки-небудь суттєво розійтися (третя лінза безпосередньо слідує за другою лінзою попереднього фокусування), отримує додаткове стискання (компресію), стаючи параксіальним перед входом в головну фокусуючу лінзу. В цьому полягає друга перевага розробленої електрооптическої системи перед відомою.

Що одна перевага нової системи перед відомою – в тому, що вона вільна від необхідності введення додаткових електрических ланцюгів регулювання і живлення.

В результаті сумісної дії періодично розташованих лінз попереднього фокусування, утворених шляхом оригінальної схеми взаємної електрическої комутації додаткових плоских електрідів, електронний пучок в новій електрооптическої системі для кінескопів практично стягується в шнур (стає параксіальним) перед входом в головну фокусуючу лінзу і, маючи завдяки цьому малу апертуру, не спотворюється впливом aberracij на всюму шляху свого фокусування і відхилення, чим забезпечується висока роздільна здатність кінескопа по всьому полю екрана.

Література

- М.В.Герасимович, Довідник з електрооптических приладів, Київ, "Техніка", 1991, стр. 107-108.
- Авторське свідоцтво СРСР № 575965 А. Електрооптическа система для приймальних електронопроменевих трубок, №ОІ 29/46.

Спосіб електротермотренування катодів прямого розжарювання

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В., Забарська В.І.

Катодний вузол, який є найбільш важливим частиною електроннопроменевих приладів, визначає практично всі показники якості їх роботи — довговічність, яскравість свічення скрина, роздільну здатність, споживану потужність, час готовності (час, за який смісійний струм катода досягає 90 % свого робочого значення після включення струму розжарення) і інш.

Відомо, що при виготовленні електроннопроменевих приладів катоди в них піддають технологічні операції термотренування [1]. Ця операція необхідна для стабілізації місцерозташування катода шляхом високотемпературного відпалення елементів його конструкції, а також для виведення смітуючого тіла на максимальний режим по смісії (активування катода). Процес термотренування катода полягає в тому, що на протязі певного часу на його підігрівач подають збільшений відносно робочого струму розжарення. При цьому, по-перше, смітуюче тіло активується і, по-друге, відбувається стабілізація його місцерозташування в приладі за рахунок свого роду старіння (відпуску напроти) елементів конструкції катода при їх високотемпературному прогріві в режимі достатньо тривалої дії збільшеного струму розжарення. Після електротермотренування струм розжарення знижують до робочого значення, при якому відбувається подальша експлуатація приладу. Недоліком описаного способа електротермотренування катодів є значний перегрів конструкції катода, внаслідок чого можливі деформації катода і поряд розташованих електродів електроннопроменевого приладу, зокрема, модулятора. Вказані деформації призводять до порушення виставлених відстаней катод-модулятор і, отже, значень запірних напруг смісійної системи приладу. Крім того, исключена можливість перегріву при цьому самого смітуючого тіла, що негативно впливає на його довговічність.

Відомий спосіб електротермотренування електроннопроменевої трубки з катодами прямого розжарювання [2], при якому, для виключення перегріву катода, в ланцюг його розжарення на час термотренування включають послідовно резистор, величина опору якого дорівнює опору підігрівача. Цей спосіб потребує знач-

них часових витрат на проведення термотренування катода, тому що процеси стабілізаційного відпалення підігрівача і активування смітуючого тіла при маючих місце в цьому способі знижених температурах розжарення підігрівача проходять повільно. Крім цього, цим способом неможливо здійснити оптимальне електротермотренування катода, бо випадку катодів прямого розжарювання температури тренування підігрівача і смітуючого тіла відрізняються (звичайно термостабілізація підігрівника відбувається при більш високій температурі, ніж активування смітуючого тіла, через те, що вона пов'язана з структурно-фазовими перетвореннями в матеріалі підігрівача).

Відомий також спосіб виготовлення крапкового термокатода прямого розжарювання [3], при якому електротермотренування катода здійснюють шляхом відпалення вершини V-подібного дротяного підігрівника з лантанованого іридію при температурі 1650-1750°C протягом 30-40 хвилин, після чого температуру підігрівника знижують до робочого значення. Недолік цього способу полягає в тому, що висока концентрація температури на вершині підігрівача, виконуючі роль смітуючого тіла, призводить до інтенсивного випаровування з цієї зони смісійно-активної компоненти (лантану) і, отже, до різкого зниження ресурсу катода. При цьому сам підігрівач відпалюється недостатньо, тому що його температура різко знижується від вершини до основи. Недостатнє відпалення (термотренування) підігрівача призводить до нестабільності роботи катода в електроннопроменевому приладі.

Таким чином, в вищеописаних способах є спільній недолік — неможливість забезпечити при електротермотренуванні катода незалежне управління температурою стабілізаційного відпалення підігрівача і температурою активування смітуючого тіла. При відомих способах електротермотренування катодів постійним підвищеним струмом розжарення вдається оптимальним чином термообробити або смітувальнє тіло, або підігрівач. Крім того, на електротермотренування витрачається багато часу. Через ці недоліки відомі способи непридатні для надійного електротермотренування прямо-

розжарювальних катодів в умовах серійного виробництва електроннопроменевих приладів.

Цим пояснюється актуальність розробки такого способу електротермотренування пряморозжарювального катода, при використуванні якого буде б можливість швидко здійснювати оптимальну (по температурі) термообробку смітуючого тіла і підігрівника катода в електроннопроменевому приладі.

Авторами розроблений і запатентований [4] спосіб електротермотренування катодів прямого розжарювання, при якому струм електротермотренування подають на підігрівач вигляді періодичної послідовності прямокутних імпульсів, період повторення яких вибирають більшим часу готовності катода, причому співвідношенням між температурами електротермотренування підігрівника і смітуючого тіла керують шляхом зміни періода повторення імпульсів струму електротермотренування, а тривалість кожного з них вибирають у стільки разів коротше часу готовності катода, у скільки разів квадрат величини встановленого струму електротермотренування більше квадрата значення робочого струму розжарення катода.

Розроблений спосіб електротермотренування катода завдяки використанню імпульсного режиму подачі струму розжарювання, відкриває можливість шляхом підбору параметрів імпульсів забезпечити одночасно оптимальну термообробку як смітуючого тіла, так і підігрівника катода, скорочуючи тим самим технологічний цикл термотренування катодів, що особливо важливо в умовах серійного виробництва електроннопроменевих приладів.

Розкриємо фізичну суть даного способу. Прогрів підігрівника до більш високої температури в порівнянні з смітуючим тілом в даному способі здійснюється за рахунок використання кінцевого значення часу передачі тепла від підігрівника до смітуючого тіла, що має певну величину теплоємності (постійна часу даного процесу визначає час готовності катода). Якщо різко ввімкнути живлення підігрівника катода і вимкнути його до повного завершення вказаного вище процесу передачі тепла, то смітувальнє тіло не встигне до-

сигні температури підігрівника і зразу ж почне охолоджуватись з такою ж самою постійною часу за рахунок витоку тепла через підігрівник, який охолоджується значно швидше. Чим раніше вимкнути підігрівник (тобто, чим коротше імпульс струму розжарення подавати на нього), тим до меншої температури буде встигати розігрітись емітуюче тіло. Якщо ж тривалість імпульсу вибрати рівною або більшою часу повного завершення процесу передачі тепла до емітуючого тіла, тобто рівною або більшою часу готовності катода, то температура емітуючого тіла зрівняється з температурою підігрівника. Цей крайній випадок відповідає тепловому режиму обробки катодів відомими способами, коли використовується постійний струм електротермотренування, який не дає можливості забезпечити різну ступінь прогріву елементів катодного вузла. Із вищеведенного аналізу динаміки теплових процесів в пряморозжарюальному катоді витікає, що тривалість імпульсу електротермотренування τ_i повинна бути меншою від часу готовності катода τ_k , а черговий імпульс електротермотренування повинен бути поданий на підігрівач не раніше, чим повністю завершиться процес передачі тепла до емітуючого тіла від посерединного імпульсу (інакше тепло на ньому буде накопичуватися, і тоді температури елементів катода зрівняються), тобто, період подачі імпульсів електротермотренування T_i повинен бути більше постійної часу готовності катода:

$$\tau_i > \tau_k; T_i > \tau_k$$

Очевидно, що чим пізніше буде подаватись наступний імпульс електротермотренування, тим до більш низької температури буде охолоджуватись емітуюче тіло в проміжках між імпульсами. При періодичній подачі таких імпульсів, температура емітуючого тіла буде коливатись відносно певного середнього її значення, яке визначається періодом повторення імпульсів електротермотренування. Таким чином, можна керувати температурою прогріву емітуючого тіла незалежно від температури розжарювання його підігрівника.

Температуру розжарювання підігрівника, тобто, температурний режим електротермотренування підігрівника встановлюють в способі, що розглядається, шляхом вибору величини струму і тривалості імпульса електротермотренування. При цьому виходить з умови, що кількість теплової енергії, яка передається катоду в імпульсі, не повинна перевищувати кількості теплової енергії, одержувої катодом в звичайному робочому режимі його розжарення постійним струмом

(інакше, як відзначалось вище, можуть мати місце необоротні процеси в катоді і близько розміщених електродах через перегрів катода). Рівняння баланса теплової енергії запишемо для одного імпульса струму електротермотренування в вигляді:

$$Q_T = Q_F,$$

де Q_T — кількість теплової енергії, внесененої в катод при подачі на нього одного імпульса електротермотренування;

Q_F — кількість теплової енергії, що передається катоду в робочому режимі розжарювання до моменту виходу його на рівень готовності (тобто, на протязі часу готовності).

Розрахунок теплової енергії проведемо згідно формулі виділення теплової енергії на провіднику з опором R при пропусканні через нього струму I на протязі часу t :

$$Q = 0,24 I^2 R t.$$

Рівняння теплового балансу для нашого випадку має вигляд:

$$I_T^2 R \tau_i = I_p^2 R \tau_k,$$

де I_T — значення струму електротермотренування в імпульсі;

I_p — робоче значення струму розжарення катода;

R — опір ланцюга розжарювання катода.

Із рівняння теплового балансу знаходимо, яку частину по відношенню до постійної часу готовності катода повинна складати тривалість імпульса його електротермотренування:

$$\frac{\tau_i}{\tau_k} = \frac{I_p^2}{I_T^2}.$$

Таким чином, знаючи робочий струм розжарення катода і значення струму, необхідного для забезпечення стабілізаційного відпалення підігрівника, можна визначити тривалість імпульса електротермотренування всього катода в цілому. Керуючи незалежно різними параметра-

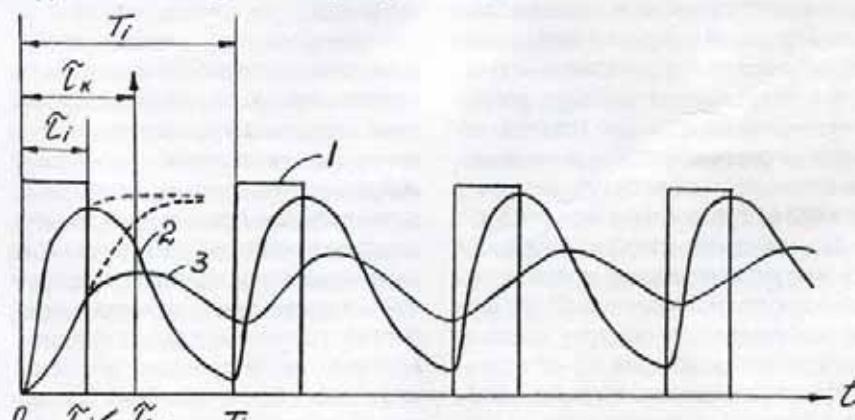
ми імпульсів електротермотренування (тривалістю, амплітудою, періодом повторення), можна, завдяки розробленому способу, встановити в межах єдиного технологічного процесу оптимальне співвідношення температур відпалювання підігрівника і активування смітуючого тіла.

Крім того, пропонуємий в розробленому способі режим імпульсного прогрівання підігрівника катода сприяє ефективній стабілізації його геометричних параметрів, тому що процеси відпускання механічних напруг і структурно-фазових переворінь при різкому нагріванні і охолодженні ідуть значно швидше і повніше. Циклічний характер процесу нагрівання підігрівника сприяє швидкій стабілізації його параметрів. Цим розроблений спосіб відрізняється від відомих способів електротермотренування катодів.

Динаміка теплових процесів, які протикають при електротермотренуванні пряморозжарюального катода даним способом, наглядно ілюструється графіками (фіг. 1). На фіг. 1 спирально 1 позначена форма імпульсів струму електротермотренування, періодично поступаючих на підігрівник катода (T_i — період подачі імпульсів). Крива 2 показує, як міняється температура підігрівника при живленні підігрівника імпульсами струму 1 тривалістю τ_i . Пунктирне подовження кривої 2 показує хід температури підігрівника при подачі на нього постійного струму розжарення. Крива 3 показує, як змінюється температура емітуючого тіла при живленні підігрівника імпульсами струму 1. Пунктирне подовження кривої 3 ілюструє хід температури емітуючого тіла в випадку включення постійного живлення підігрівника.

Пунктирні лінії нанесені на фіг. 1 з метою позначення на часовій осі координати параметра τ_k (час готовності катода).

З приведених кривих, ілюструючих динаміку зміни температури підігрівника і емітуючого тіла в імпульсному і постійно-



Фіг. 1. Спосіб електротермотренування катодів прямого розжарювання

му режимах живлення катода, видно, що черговий імпульс електротермопрепарування необхідно подавати на підігрівник не раніше, ніж закінчиться передача тепла до нього від попереднього імпульса, тобто, не раніше, ніж через відрізок часу, рівний часу готовності катода (інакше буде відбуватись накопичення тепла на смітуючому тілі до максимального рівня, як при постійному режимі живлення підігрівника). Розроблений спосіб вирішує задачу не допустити перегріву смітуючого тіла при високотемпературному розжаренні підігрівника. Це якраз і досягається тим, що період подачі імпульсів електротермопрепарування вибирають більшим часу готовності катода. І чим більше період повторення імпульсів перевищує параметр, тим до більш низької температури встигає охолонути смітуюче тіло в довших проміжках між імпульсами, тобто, тим більше температура препарування смітуючого тіла буде відрізнятися

ся від температури термовідпалаювання підігрівника. Таким чином, керуючи періодом слідування імпульсів в процесі електротермопрепарування досягають оптимального співвідношення між температурами термообробки смітуючого тіла і підігрівника катода.

Розглянемо конкретний приклад реалізації способу.

На пряморозжарувальній катод з металосплавним смітуючим тілом масою 1 мГ і часом готовності 0,7 с подають імпульси струму електротермопрепарування амплітудою 2 А тривалістю 0,2 с і періодом повторення 2 с. При цьому контролюють струм смісії катода. Після тренування катода в цьому режимі протягом 5 хвилин струм смісії катода в максимумі температурної кривої розжарювання досягає значення струму насищеності смісії, що відповідає його значенню при робочій величині струму розжарювання катода. Це означає, що катод пройшов електротермопрепарування.

Практична корисність розробленого способу полягає в тому, що при його серійному впровадженні скорочується довжина конвеєрної лінії по виробництву електроннотроменевих трубок (зокрема кінескопів), в результаті чого досягається економія електроенергії, виробничих площ і зниження собівартості одиниці виробу.

Література

- Е.И. Шехмайстер. Общая технология электровакуумного производства М., Высшая школа, 1984, стр. 278-287.
- Заявка Японії № 58-815, НОІЈ 9/026 1/15.
- Авт. Свідоцтво СРСР № 928459 НОІЈ 9/04.
- М.Осауленко, В.Шутовський, В.Забарська. Спосіб електротермопрепарування катодів прямого розжарювання. Патент України № 49918 НОІЈ 9/00, 9/04, 9/06.

Основні структурні модифікації емісійних систем люмінесцентних ламп низького тиску

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

Широко відомі люмінесцентні лампи низького тиску, що випускаються промисловістю по ГОСТ 6825-91 (МЭК 81-84), катод яких виготовлений в вигляді вольфрамової біспіралі або триспіралі, заповненої смісійноактивною оксидною речовиною, яка є джерелом електронного струму в працючій лампі [1].

Кінці вольфрамової спіралі виводяться назовні скляного балона лампи, що дає можливість в момент вмикання лампи пропускати через спіраль струм стартового розжарення катода для здійснення запалювання лампи. В початковий період запалювання при тліючому розряді іде інтенсивне випарування і руйнування оксиду через іонне бомбардування і перегрівання катода. Після переходу тліючого розряду в дуговий (робочий режим для люмінесцентних ламп) інтенсивність руйнування оксиду знижується, тому що розрядний канал стягується в шнур і концентрується на катодній плямі, яка локалізується біля того кінця спіралі, який безпосередньо приєднаний до джерела анодного живлення. Витрати оксиду при цьому зменшуються (вони ідуть тільки із зони

катодної плями). В міру вироблення оксиду катодна пляма зміщується в протилежний кінець спіралі до тих пір, поки не випарується весь запас оксиду. Таким чином, довговічність люмінесцентної лампи визначається запасом оксидної речовини, заповнюючої катодну спіраль, і швидкістю її випаровування. Просте збільшення запасу оксидного наповнювача спіралі не приводить до збільшення терміну служби лампи, бо при цьому лампа довше розгоряється, а, значить, в режимі тліючого розряду, який має місце при розгорянні лампи, більш інтенсивно випаровується оксид.

Удосконалення смісійних систем люмінесцентних ламп низького тиску йде в напрямку розробки більш термостійких і ефективніших композицій оксидних матеріалів, включаючих різні метали з малими швидкостями випаровування. Так, відома розрядна лампа низького тиску [2], в оксидний наповнювач спіралі якої добавлений порошок вольфраму і оксиди таких металів, як ітрій, цирконій, гафній, рідкісноземельні метали (РЗМ). Введені добавки дещо збільшують термін роботи лампи, але для вивільнення чистого ме-

талу з оксидів (що потрібно для зменшення роботи виходу катодної композиції) необхідні достатньо високі температури, що спричиняє більш інтенсивне випаровування введених оксидних композицій і не дає можливості значно підвищити довговічність лампи.

Введення в оксидний катод чистих металів, таких як тантал, ніобій, молібден [3], теж не вирішує проблеми довговічності ламп з-за великої роботи виходу цих металів.

Авторами розроблений високоефективний катодний матеріал для електронних пристрій на основі сплаву іридію з рідкісноземельним металом (РЗМ) церієвої групи з добавками вольфраму і/або ренію, гафнію або металів платинової групи [4]. Цей матеріал має малу швидкість випаровування. Його смісійні властивості на порядок перевищують смісійну ефективність оксидних катодів, а тим більше, металів чи їх оксидів, що використані в відомій лампі. На базі нового матеріалу авторами створена люмінесцентна лампа низького тиску [5], смісійна система якої містить додаткове високоефективне смітуюче тіло з розробленого матеріалу

вигляді стрижня, розміщеного всередині спіралі лампи і закріплена в ньому за допомогою оксидної пасті, що заповнє також і проміжки між витками спіралі (рис. 1). Довговічність цієї лампи збільшується завдяки меншій інтенсивності випаровування додатково введеного емітуючого тіла із вищевказаного сплаву, а також за рахунок високої стійкості цього сплаву до іонного бомбардування в процесі запалювання і роботи лампи.

Конструкція лампи приведена на малюнку (в середньому перерізі). В смісійній системі лампи внутрішня порожнина прямолінійної трубчастої спіралі 1 з тонкого вольфрамового дроту заповнена емісійноактивним оксидним наповнювачем 2, всередині якого розміщене додаткове емітуюче тіло у вигляді стрижня 3, виготовленого, наприклад, із сплаву іридія з РЗМ церієвої групи. Стрижень 3 жорстко закріплений всередині спіралі за рахунок затвердіння і цементації оксидної пасті при її відпалюванні в процесі виготовлення люмінесцентної лампи. Оксидний наповнювач 2 обволікає стрижень рівномірно з усіх сторін. Одночасно оксидний наповнювач 2, знаходиться всередині спіралі 1, заповнює проміжки між витками вольфрамового дроту, що забезпечує жорстке зіплення наповнювача 2 із спіраллю 1 і, таким чином, жорстке кріплення додаткового емітуючого тіла 3 усередині спіралі 1. Кінці спіралі 4 защемлені на згині розплющених кінців виводів 5 і приварені до них в місцях защемлення контактним зварюванням.

Виводи 5 катода впаяні в скляну бусу 6, забезпечуючи жорсткість конструкції смісійної системи. До кінців виводів 5 зовні підключена напруга живлення, яка забезпечує роботу люмінесцентної лампи.

Лампа з новою смісійною системою працює слідуючим чином. При включені лампи в електричну мережу в перший момент через вольфрамову спіраль 1 проходить струм розжарювання катода від пускорегулюючої апаратури лампи. При цьому спіраль 1 розжарюється і розігриває нанесений на неї шар оксидного наповнювача 2. В лампі запалюється тліючий розряд. Зростаюча при розігріві спіралі термоелектронна емісія з оксидного наповнювача 2 приводить до швидкого переходу тліючого розряду в дуговий, який означає власне момент запалювання лампи. В цей момент дуга перекидається на той кінець спіралі, який

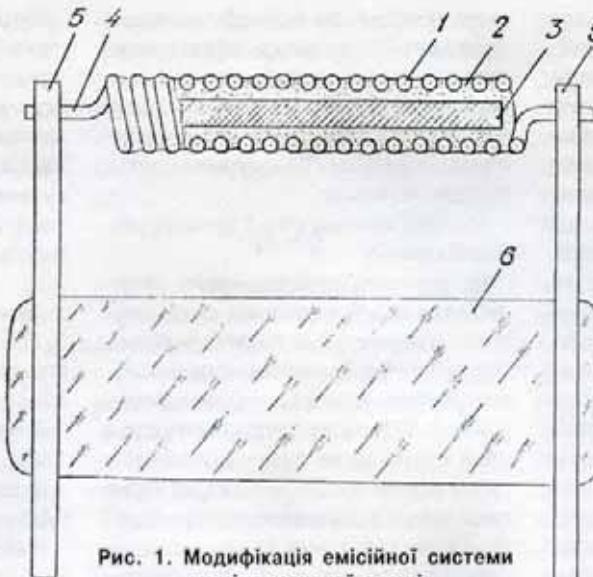


Рис. 1. Модифікація емісійної системи люмінесцентної лампи

підключеним до анодного виводу пускорегулюючої апаратури, і утворює на ньому катодну пляму, тобто найбільш розігріту зону катодної спіралі, яка визначає величину смісійного струму лампи. Як тільки катодна пляма локалізується (на одному з кінців спіралі), розжарювання всієї спіралі припиняється (за рахунок підбору тривалості розжарювального імпульсу пускорегулюючої апаратури), а температура в зоні катодної плями залишається високою і підтримується за рахунок локальної дії струму дуги високої інтенсивності. Катодна пляма по мірі випаровування з неї емітуючої речовини починає переміщуватись вздовж спіралі до її протилежного кінця. В розробленій лампі швидкість переміщення катодної плями вздовж спіралі значно менша, ніж в відомих за рахунок того, що до смісії з оксидом в катодній плямі підключається емісія з додаткового емітуючого тіла. А через те, що додаткове емітуюче тіло втрачає смісійну властивість повільніше (за рахунок меншої швидкості його випаровування), то це приводить до зазначеного вище уповільнення переміщення катодної плями в лампі, що розглядається, визначається стійкістю до випаровування застосованого інтерметалічного сплаву. Оксидне покриття додаткового емітуючого тіла в данній лампі відіграє роль практично лише запалюючого компоненту, сприяючого запуску в робочий режим більш високотемпературного додаткового емітуючого тіла, яким є, наприклад, сплав іридія з РЗМ церієвої групи. Таким чином, уповільнення переміщення катодної плями вздовж спіралі сприяє в описаній конструкції лампи збільшенню її терміну служби і ефективності.

Недоліком розглянутої лампи є дещо ускладнена конструкція її емісійної сис-

теми. Тому була розроблена більш досконала люмінесцентна лампа, в якій вказаний недолік відсутній, а всі позитивні властивості попередньої конструкції збережені [6]. Суть нового технічного рішення полягає в тому, що додатково висадений в смісійну систему лампи смітуючий компонент із вищерозглянутого високоекспективного металічного сплаву у вигляді порошку рівномірно розподілений в об'ємі оксидного наповнювача катодної спіралі лампи. Розмір катодної плями в цій лампі збільшений порівняно з попередньою (бо вона все не локалізується на тонкому стрижні, а розподілена на більшій поверхні катода).

Це зменшує температуру плями і, отже, інтенсивність випаровування смітера. А це, в свою чергу, обумовлює більшу стійкість і довговічність смісійної системи і всієї лампи в цілому.

Вдосконалена лампа більш проста в виготовленні, ніж попередня, тому що додатковий смітуючий компонент у вигляді порошку сплава Ir-Ce-Hf-W [4] змішується з оксидною пастою до покриття нею спіралі лампи, а сама процедура нанесення цієї суміші на спіраль нічим не відрізняється від добре відомої промислової технології покриття спіралі чистим оксидом (наприклад, зануренням спіралі на деякий час в пастоподібну оксидну суспензію, включаючу металічний порошок).

Література

- Е.І.Афанасьєва, В.М.Скоблев. Источники света и пускорегулирующая аппаратура. М., Энергия, 1986, стр. 108-114.
- Європейський патент № 0 489463 A2, НОІJ 61/067.
- Патент Японії № 06176735 A, НОІJ 61/06, опубл. 24.06.94.
- М.Осауленко, В.Шутовський, О.Култашев. Катодний матеріал для слікторонно-променевого приставка і способ його виготовлення. Міжнародний патент № WO 00/21110, НОІJ 1/14, PCT, опубл. 13.04.00.
- М.Осауленко, В.Шутовський. Люмінесцентна лампа низького тиску. Пріоритет України по заявлі на винахід № 2001010371 від 17.01.2001.
- М.Осауленко, В.Шутовський, М.Зайцев. Люмінесцентна лампа низького тиску. Рішення про видачу патенту України на винахід по заявлі № 2001096476 від 19.04.03.

Нова газорозрядна лампа високого тиску і спосіб її виготовлення

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

Збільшення експлуатаційного ресурсу газорозрядних ламп високого тиску завжди є актуальним і нагальним завданням розробників, бо часта заміна цього не дуже дешевого виду освітлювальної техніки нерентабельна. Тому постійно йде процес удосконалювання та розробок нових більш довговічних і економічних газорозрядних ламп високого тиску.

Відома газорозрядна лампа високого тиску [1], яка включає в себе газонаповнений колбу, з двох торців якої герметично зварені електроди в вигляді стрижнів з вольфраму, на герметизованій частині яких розташований активатор у вигляді спіралі, навитої з вольфрамового дроту і просоченої оксидною смісійноактивною речовиною на основі оксидів луговоземельних металів. Наконечник стрижня виступає над спіраллю і загострений для полегшення запалювання дугового розряду в лампі. Спіраль, просочена оксидом, слугить для розгоряння лампи в початковий період її роботи за рахунок електронної смісії оксиду. При досягненні достатнього струму смісії тліючий розряд переходить в дуговий і перекидаеться з активатора на наконечник вольфрамового стрижня. Потім дуга підтримується за рахунок високої температури вольфрамового стрижня в зоні наконечника. Недоліком цієї конструкції лампи є її утруднене запалювання з-за тривалого процесу набору необхідного рівня електронної смісії оксиду (смісія з оксидованою спіралі повинна перейти від початкової автослективної стадії в стадію термоелектронної смісії, достатню по величині струму для запалювання дугового розряду). Тривалий процес запалення лампи збіднє запас оксиду з-за його інтенсивної іонної бомбардування в період тліючого розряду і, таким чином, зменшує термін служби лампи. Термін служби відомої лампи низький також через те, що для підтримання дуги вольфрамовий стрижень через його низькі емісійні властивості повинен працювати при дуже високих температурах, які приводять до його розпливання, особливо в зоні наконечника.

Відома також газорозрядна лампа високого тиску [2], в якій для полегшення

(скорочення часу) запалення дуги застосована допоміжна спіраль, яка служить для прискорення початкового підпалювання розряду в лампі за рахунок малої відстані між основною і допоміжною спіраллю. Проте проблеми з інтенсивним розпливанням матеріалу (вольфраму) дугового електрода в даній конструкції лампи залишаються — вонз має недостатній термін служби. Термін служби описаної конструкції лампи недостатній також через те, що висока робоча температура вольфрамового стрижня приводить до швидкого випаровування прилягаючого до нього шару оксиду, армированого спіраллю.

Відомий спосіб виготовлення газорозрядної лампи високого тиску, при якому в якості смітуючої речовини в спіральному активаторі використовують окис ітруючи або окис торію [3]. Проте, не дивлячись на більш високу стійкість до випаровування указаних речовин, їх робочі температури вищі, ніж у оксидів луговоземельних металів, і тому запалення таких ламп утруднюється, що, як відомо, прискорює процес виснаження активатора, скорочуючи термін служби лампи.

Відомий також спосіб виготовлення газорозрядної лампи високого тиску, при якому для збільшення її терміну служби в склад вольфрамового стрижня вводять металевий торій [4], який, маючи пониженну робочу вихід електронів, дозволяє знизити робочу температуру дугового електрода і, тим самим, збільшити термін служби лампи.

Недоліком відомого способу активації вольфрамових стрижнів є те, що термостійкість торію відсутня, отримуючого, як правило, методом порошкової металургії з використанням двох різновідмінних металів, нижча, ніж термостійкість чистого вольфраму, що не дає можливості істотно збільшити термін служби лампи. З-за високих вимог по довговічності відомий спосіб, не дивлячись на свої переваги, в кінцевому рахунку не вирішує проблеми досягнення сучасних вимог довговічності через недостатню термостійкість дугового електрода і недостатню ступінь зниження його роботи вихід. До недоліків відомого способу

відноситься також і те, що виробництво торію вольфраму є шкідливим.

Зазначені недоліки стимулювали пошук шляхів рішення проблеми створення більш довговічної і скологічно чистої в виробництві газорозрядної лампи високого тиску.

Авторами була розроблена і захищена патентом України [5] нова конструкція газорозрядної лампи, що забезпечує достатній термін її горіння.

Новизна конструкції полягає в тому, що між герметичною частиною вольфрамового стрижня і активатором дугового розряду введений шар інтерметаліда на основі сплаву іридія з рідкісноземельним металом (РЗМ) церієвої групи.

При виготовленні даної газорозрядної лампи високого тиску, нанесення шару інтерметаліда на вольфрамовий стрижень здійснюють до випаровування дугового електрода в колбу шляхом занурювання герметизуемої частини вольфрамового стрижня в розплав цього інтерметаліда.

Розкриємо фізичну суть розробленого технічного рішення. Поліпшення характеристик нової газорозрядної лампи високого тиску досягається за рахунок введення нових елементів в відому конструкцію лампи, в якій використовується в якості активатора низькотемпературний і досить ефектив-

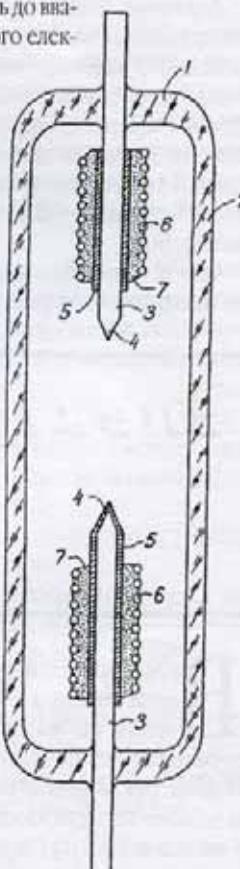


Рис. 1. Нова газорозрядна лампа високого тиску

ний емітер у вигляді оксида і в якості дугового електрода самий термостійкий матеріал — вольфрам. Новизна розробки полягає в тому, що покриття вольфрамового стрижня шаром інтерметаліду або з'єднання його з втулкою, виготовленою на основі сплаву іридію з РЗМ церієвої групи, який є високоефективним термоелектронним емітером з низьким коефіцієнтом випарування, різко знижує роботу виходу електронів з поверхні вольфрамового стрижня, що приводить до того, що необхідний для забезпечення заданої світимості лампи струм дуги досягається при значно менших температурах вольфрамового стрижня, гарантуючих більший термін його служби, а, отже, і більш тривалий термін служби газорозрядної лампи в цілому. При цьому втрата інтерметаліда за рахунок його випарування із розжареної зони локалізації дугового розряду на наконечнику вольфрамового стрижня постійно компенсується інтерметалідом, який мігрує по поверхні стрижня з більш холодної зони активатора в більш гарячу зону локалізації дуги. А через те, що швидкість випарування інтерметаліда на основі сплаву іридію з РЗМ церієвої групи надзвичайно мала завдяки високому електронному спорідненню цієї пари металів, то термін служби такої лампи набагато більший, ніж відомих.

Додаткове збільшення терміну служби лампи досягається за рахунок легування основного матеріалу покриття інтерметаліда складу невеликими добавками вольфраму і/або ренію, гафнію і металів платинової групи, які додатково знижують швидкість випарування матеріалу покриття стрижня і знижують його роботу виходу [6, 7].

Спосіб нанесення шару інтерметаліда на вольфрамовий стрижень дугового електрода

трома газорозрядної лампи, який полягає в занурюванні його в розплав інтерметаліда, відрізняється простотою і високою продуктивністю, бо дає можливість одночасно і швидко покривати інтерметалідом велику кількість вольфрамових електродів, що і потрібно для серійного виробництва.

Спосіб нанесення шару інтерметаліда на вольфрамовий стрижень дугового електрода шляхом його щільного з'єднання з виготовленою із зазначного інтерметаліда втулкою також збільшує термін служби лампи за рахунок додаткового збільшення товщини шару інтерметаліда.

Відсутність при виготовленні нової газорозрядної лампи торік робить виробництво її екологічно чистим.

Конструкція такої газорозрядної лампи високого тиску наведена на малюнку.

В обидва торці 1 газонаповненої кварцевої колби 2 герметично вварені назустріч один одному дугові електроди, виконані у вигляді вольфрамових стрижнів 3 з наконечником 4 в їх герметизованій (розміщений усередині колби) частині. Ця частина покрита шаром 5 інтерметаліда на основі сплаву іридію з РЗМ церієвої групи (з добавками металів тугоплавкої або платинової групи або без них). На шарі 5 вольфрамового стрижня розміщені активатор, який представляє собою спіраль 6 з тонкого вольфрамового дроту, просоченої оксидом 7. Оксид 7 знаходитьться у спеченному (твердому) стані і є слімкентом, що скріплює спіраль 6 з шаром 5 інтерметаліда.

Роль нанесеного шару інтерметаліда полягає в тому, що з нього відбувається постійне поповнення зони локалізації дугового розряду, яка знаходитьться на розжарених наконечниках вольфрамових стрижнів, по мірі випарування з неї тон-

кого робочого шару інтерметаліда. Плівка інтерметаліда, яка постійно присутня в зоні локалізації дугового розряду за рахунок міграції атомів інтерметаліда із зони активаторів, різко знижує роботу виходу електронів з наконечника вольфрамового стрижня, що дозволяє одержати і підтримувати достатньо великий струм дуги при менших температурах стрижня. Це обумовлює досягнення більш тривалого терміну служби нової газорозрядної лампи порівняно з відомими. Запас інтерметаліда в зоні активаторів не зазнає безпосереднього впливу дуги і тому довго зберігається, що є джерелом тривалого поповнення зони локалізації дуги. Таким чином, керуючи запасом інтерметаліда можна впливати на експлуатаційний ресурс газорозрядної лампи.

Література

- Авторське свідоцтво СРСР № 1702452, МПК НОІ 61/073.
- Авторське свідоцтво СРСР № 1638747, МПК НОІ 61/073.
- Е.І.Афанас'єва, В.М.Скобелев. Джерело світла і пускорегулююча апаратура. М., Енергія, 1986, стр. 138.
- Там же, стр. 137.
- М.Осауленко, В.Шутовський. Газорозрядна лампа високого тиску і способ її виготовлення (варіанти). Патент України № 53797 С2, МПК НОІ 17/00, опубл. 17-02-2003.
- Катодний матеріал для електронно-променевого приладу і способ його виготовлення. Міжнародний патент WO 00/21110 РСТ, опубл. 13.04.00.
- М.Осауленко, В.Шутовський, О.Культашев. Матеріал для катода електронних приладів. Патент України № 28129 С2, МПК НОІ 1/14, опубл. 16.10.2000.

Електрична лампа розжарювання загального призначення

Осауленко М.Ф., Шутовський В.В.

В сім добре відомі електричні лампи розжарювання загального призначення, що масово випускаються промисловістю по ГОСТ 2239-79, головною частиною яких є тіло розжарювання із тонкого вольфрамового дроту, звитого у вигляді спіралі [1]. Спіраль фіксується за допомогою двох струмоподаючих електродів і декількох тримачів, які, в свою чергу, фіксуються за допомогою скляної ніжки

лампи. Ніжка герметично вварена в скляний балон, з якого відкачено повітря.

Вольфрам використовують як тіло розжарювання, бо він має найвищу серед металів температуру плавлення ($3410^{\circ}\pm 25^{\circ}\text{C}$) і найменшу швидкість випарування (10^{-11} г/м с при 2727°C). Але розжарений вольфрам надзвичайно чутливий до залишків повітря в балоні лампи, перетворюючись в оксид вольфраму, який,

швидко випаровуючись на стінки балона, знижує термін горіння лампи.

При роботі спіралей в лампах має місце перетворення кристалічної структури вольфраму, тобто, його рекристалізація, внаслідок якої значно збільшується крихкість спіралі, що може привести до її обриву (особливо, при вмиканні і вимиканні лампи або навіть при незначному її струсі).

Таблиця 1

Час форсованої роботи ламп розжарювання з різною товщиною покриття вольфрамової нитки шаром сплава Zr-Ir

№ зразка	Вагове відношення шару сплава Zr-Ir до тіла розжарювання, %	Час форсованої роботи, год.
Відомий [1]	0	100
Експер.1	0,1	110
Експер.2	0,2	120
Експер.3	0,5	160
Експер.4	0,75	185
Експер.5	1,0	210
Експер.6	1,5	175
Експер.7	3	120
Експер.8	10	60
Відомий [2]	0,5%	150

Крім того, при виготовленні вольфрамового дроту на операціях витягування через алмазні фільтри, відпалювання дроту в процесі волочіння, при електрохімічному травленні аквадагу, а також при навитті спіралей і їх кріпленні до електродів виникають дефекти в вигляді поверхневих раковин, тріщин, розшарувань, в зоні яких через більш розвинуту поверхню і більшу густину струму розжарювання відбувається найбільш інтенсивне випаровування, що приводить до перегріву вольфраму і його перегорання, обмежуючи середній термін горіння ламп розжарювання загального призначення (в залежності від типу до 1,3–6 тис. год).

Приймають різні технологічні заходи для запобігання локального перегорання вольфрамової нитки електричних ламп.

Відома електрична лампа розжарювання [2], що містить балон, всередині якого на електродах і тримачах встановлено вольфрамове тіло розжарювання з нанесеним на нього газопоглиначем, в якості якого використано сплав ніобія з металом підгрупи титана, наприклад, цирконієм, в ваговому співвідношенні 4 : 1. При цьому оптимальна маса газопоглинача складає 0,5% від маси тіла розжарювання.

В цій лампі дещо знижена інтенсивність взаємодії вольфраму з залишками кисню через поглинання його газопоглиначем. Деякий вплив пропонованій шар газопоглинача має на ефект затягування тріщин завдяки змочуванню дефектних місць вольфрамової спіралі. В результаті в цій лампі досягнута більша довговічність роботи спіралі.

Але відома лампа має слідуючі недоліки. Сплавам ніобія властива низька стійкість проти окислення і проникнення кисню вглиб металу в умовах високих температур [3]. Крім цього сплави ніобія недостатньо механічно стійкі: в них з'являються тріщини під дією внутрішніх напружень, виникаючих в процесі формування покріттів, а також при різкому охолодженні (при вимкненні лампи) внаслідок різниці в коефіцієнтах лінійного термічного розширення [4]. Поряд з утворенням оксидів в сплавах ніобія виникає розчин кисню, що приводить до катастрофічного погіршення механічних властивостей сплаву [5].

Названі недоліки відомого технічного рішення не дозволяють радикально підви-

щити середній термін служби електричних ламп розжарювання.

Авторами розроблена електрична лампа розжарювання, в якій вирішена проблема забезпечення високої довговічності [6].

Технічна суть розробки полягає в тому, що в відомій електричній лампі розжарювання [2] в якості тугоплавкого металу взятий іридій. При цьому оптимальне відношення маси сплаву газопоглинача до загальної маси тіла розжарювання взято в межах 1 %.

Фізична суть такого технічного рішення полягає в тому, що іридій, по-перше, має більш високу температуру плавлення, ніж ніобій (2600 С проти 2460 С відповідно), і, отже, термічно більш стійкий, а, по-друге, маючи високий коефіцієнт поверхневої міграції, змочує і затягує тонким шаром нерівності поверхні і, особливо, дефектні місця вольфрамової нитки розжарювання. Цим самим по суті усуваються дефектні ділянки на поверхні тіла розжарювання (поверхневі раковини, тріщини, розшарування і т.п.). Поверхня тіла розжарювання стає гладкою і полірованою. Це зменшує імовірність локального перетворення нитки розжарювання.

Крім того, іридій, дифундуючи в процесі роботи лампи розжарювання по кордонам зерен вольфрама, що кристалізується, знижує швидкість їх росту, зменшує крихкість кристалічної структури і, таким самим, підтримує стабільність механічних властивостей вольфрамової нитки більш довгий час.

Оптимальне вагове відношення сплава іридію з цирконієм до тіла розжарювання лампи було знайдено експеримен-

тальним шляхом. Нанесення шару сплава на вольфрамову нитку виконувалось шляхом плазменого напилення. При цьому дотримувались умови незмінності величини площини поперечного перерізу штака розжарювання (щоб не вносити змін в електричні параметри лампи). Для скорочення часу на проведення експерименту лампи випробовувались в форсованому режимі по електротяжівлі. Результати випробувань на час форсованої роботи ламп з різною товщиною нанесеного шару сплава приведені в таблиці 1.

З приведеної таблиці видно, що найбільш оптимальне відношення маси шару сплава до загальної маси тіла розжарювання становить 1 %. Спад довговічності після цієї величини обумовлений зменшенням вмісту вольфраму в тілі розжарювання і, отже, зменшенням його тугоплавкості.

Запропонована технологія вдвічі збільшує експлуатаційний ресурс електричних ламп розжарювання загального призначення.

Література

- Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю.Айзенберга, М., Энергоатомиздат, 1983, с. 54-66.
- Патент Росії № 2014668С1, МПК SНОІК 1/56, 15.06.94.
- Тугоплавкие металлы и сплавы. М., Энергоиздат, 1986 г., с.203.
- Там же, с.211-212.
- Там же, с.276.
- М.Осуленко, В.Шутовський. Електрична лампа розжарення. Рішення про видачу патенту України на винахід по заявл. № 2001096475 від 21.04.03.

Нові розробки рентгеновських трубок

Осауленко Н.Ф., Попов Н.С., Сивак Н.С., Шутовський В.В.

Современна рентгеновська діагностика, як техніческа так і медична, вимагає повышения експлуатаційних параметрів рентгенодіагностичних апаратів, основним узлом яких є рентгенова трубка.

Аналіз зарубежної та отечественної літератури виявляє тенденцію переходу від трубок з скляним корпусом до трубок з металлокерамічними колбами. Науково-технічний прогрес в цьому напрямку мається у фірмі Philips (Нідерланди), яка випускає два типи трубок з металлокерамічним корпусом (SRC та MRC-200), а також науково-виробництво об'єднання «Луч» (Росія).

Проведено роботи по створенню монокристаллических матеріалів вольфрама та молібдена [1, 2]. Розроблені аноди для рентгеновських трубок з використанням монокристаллических матеріалів мають збільшенню інтенсивності рентгеновського випромінювання та збільшений ресурс [3, 4].

Іспитання анодів в складі металлокераміческих рентгеновських трубок [5] показали перспективність використання таких анодів та прогнозоване збільшення ресурса рентгеновської трубки з вращаючимся анодом приблизно в 2 рази.

Однак слабким містом рентгеновських трубок в независимості від конструкції

являється катод з вольфрамової ниті накалювання, який во многом визначає довговечність та надійність роботи трубки. Устріння мелкозернистої структури вольфрамової спіралі вблизі електродів дозволяє підвищити строк служби лампи накалювання [6]. Но це не рештає проблему надійності вольфрамового катода. Крім цього для фокусування пучка електронів в катоді з вольфрамовою ниткою необхідні конструктивно складні катодні узли, а для отримання необхідного струму емісії — значно більша потужність.

Ізвестно, що філіал «Оріон-2» ГП НІІ «Оріон» на протяжнії більше 10 років за заданням Міністерства охорони здоров'я проводить розробку та випуск експериментально-промислових партій металлокераміческих рентгеновських трубок для медичної та технічної діагностики, які в основному відповідають рівню приборів ведучих зарубежних фірм, таких як «Сіменс», «Філіпс» та ін. Поэтому дальнейшая розробка по усовершенствованню конструкції та модернізації всіх типів рентгеновських трубок на основі розроблені техніческі характеристики сильноточних рентгеновських трубок в металлокераміческих корпусах дозволить створити клас рентгеновських трубок високого рівня.

Основні їх переваги заключаються в наступному:

— велике електрическе сопротивлення та стабільність електрических характеристик, які забезпечують підвищену стабільність електрических параметрів рентгеновської трубки;

— можливість розробки малогабаритних рентгеновських трубок з збільшеною

потужністю та з підвищеним робочим напруженням;

— можливість реалізувати конструкцію з заземленним корпусом, зменшивши при цьому габарити та вагу ізлучача;

— можливість виключити вторинну електронну емісію в рентгеновській трубці, що дозволяє підвищити ефективність та якість рентгеновського випромінювання.

Було розроблено чотири типи металлокераміческих рентгеновських трубок, які по своїм параметрами відповідають аналогам в скляній коробці.

Основні характеристики цих трубок наведені в таблиці 1.

Як видно з таблиці, розроблені металлокераміческі трубки малої та середньої потужності мають техніческі характеристики, які в основному відповідають рівню приборів ведучих зарубежних фірм, таких як «Сіменс», «Філіпс» та ін. Поэтому дальнейшая розробка по усовершенствованню конструкції та модернізації всіх типів рентгеновських трубок на основі розроблені техніческі характеристики сильноточних рентгеновських трубок в металлокераміческих корпусах дозволить створити клас рентгеновських трубок високого рівня.

Таблиця 1

Характеристики металлокераміческих рентгеновських трубок

Наименование параметров	Рентгеновская трубка У 0,3 БДМ-70МК	Рентгеновская трубка У 1,7 БДМ-110МК	Рентгеновская трубка У5-12 БДМ-125МК	Рентгеновская трубка У 0,4 БДМ-160МК
1. Материал мишени	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам
2. Материал катода	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам
3. Ток накала, А	От 2,5 до 3,2	Не более 4,5	От 4 до 7,0 для F=0,8 От 3 до 4,5 для F=0,3	От 2,5 до 3,2
4. Напряжение накала, В	Не более 3,5	Не более 4,5	Не более 4,6	Не более 3,5
5. Угол наклона мишени	(71±1)°	(71±1)°	(71±1)°	(58±1)°
6. Диапазон рабочих напряжений, кВ	30...70	40...110	40...125	40...160
7. Величина испытательного напряжения, кВ	80	131	137,5	176
8. Выходная мощность, кВт	0,3	1,7	5—12	0,4
9. Материал выходного окна	Керамика 22ХС	Керамика 22ХС	Керамика 22ХС	Керамика 22ХС
10. Скорость вращения анода, об/сми			3000	
11. Габаритные размеры, мм	Длина 92 диаметр 32	Длина 160 диаметр 42	Длина 232 диаметр 86	Длина 96 диаметр 50

ООО "НИКОС-ЭКО" совместно с Украинской Академией Наук разработало новые узлы прямого накала для электронно-лучевых приборов. Такие катодные узлы превышают существующие по всем параметрам [7–11].

В настоящее время филиал "Орион-2" совместно с ООО "НИКОС-ЭКО" проводит совместные работы по разработке металлокерамических рентгеновских трубок с катодными узлами прямого накала, которые имеют существенно больший ресурс и значительно меньшую потребляемую мощность для получения определенного тока эмиссии.

Размеры и форма фокусного пятна оказывают существенное влияние на характер температурного поля анода и допустимую мощность рентгеновской трубы. Поэтому существенную роль в улучшении параметров рентгеновских трубок играет точная фокусировка тока эмиссии катода на аноде рентгеновской трубы, что значительно проще выполняется при использовании новых металлокерамических катодов прямого накала.

Література

1. Репий В.А., Рымашевский Г.А., Ястребков А.А. Способ получения монокристаллов тугоплавких металлов. А.с. СССР № 778364.
2. ISSN 0869-6772. Конверсия в машиностроении — Conversion in machine building of Russia. 1999. № 3-4.
3. Способ изготовления анода рентгеновской трубы. Патент России № 2168235, МПК7 НОІ 35/10.
4. Анод рентгеновской трубы. Патент России № 2168792, МПК7 НОІ 35/08, 35/10.
5. Ю.В.Николаев, М.Л. Таубин, В.И.Выбыванец, М.Д.Кочетков, Е.Е.Коноплев. Металлокерамические рентгеновские трубы с монокристаллическими анодами для медицинской диагностики. Приборы и системы управления, диагностика, 2000, № 3.
6. Г.С.Бурханов, В.С. Мордюк, В.И.Ручин, Г.Ф.Синицын. Получение и исследование физико-механических свойств вольфрамовой проволоки с монокристаллической структурой. Кн. Тугоплавкие металлы, сплавы и соединения с монокристаллической структурой. отв. ред. чл. кор. АН СССР Е.М.Савицкий. Изд. "Наука" Москва 1984 г.
7. Н.Оскуленко, В.Шутовский. Прямоизменный катодный узел и электронная пушка с его использованием. Международный патент № WO 0028566, МПК7 НОІ 1/15, опубл. 15.05.2000.
8. Н.Оскуленко, В.Шутовский. Катодный узел прямого накала для электронно-лучевых приборов. Патент Украины № 28130, НОІ 1/16, опубл. 16.10.2000.
9. Н.Оскуленко, В.Шутовский, О.Култашев. Катодный материал для электронно-лучевого прибора и способы его изготовления. Международный патент № WO 00/021110, НОІ 1/14, опубл. 13.04.00.
10. Н.Оскуленко, В.Шутовский, О.Култашев. Материал для катода электронных приборов. Патент Украины № 28129, НОІ 1/14, опубл. 16.10.2000 г.
11. Н.Оскуленко, В.Шутовский, В.Забарская. Способ электротермогенерации катодов прямого накала. Патент Украины № 49998, НОІ 9/00, 9/04, 9/06, опубл. 15.10.2002 г.

Історія розвиття імпульсної техніки

(продовження, паче зм. "Винахідник і Рационалізатор" № 1/2003)

Доктор техн. наук В.Д. Захматов, С.А. Быков

Для создания перспективных образцов импульсной техники авторами данной статьи были проведены фундаментальные исследования по следующим разделам:

- механизмы и способы импульсного тушения различных видов горящих материалов и их сочетания на реальных пожарах;
- механизмы и способы метания и распыления взрывной волны жидкостей, порошков, сыпучих и вязких составов;
- способы управления параметрами импульсного газодисперсного потока и его функционального воздействия — масштабы, дальности, мощность, скорость.

Исследования проводились с учетом результатов достижений современной науки в таких областях, как физика, химия горения и тушения, направленный взрыв, динамика многофазных сред. В результате предложены оптимальные решения вышеуказанных проблем:

- определены параметры импульсного газодисперсного потока: скорость, направленность, концентрация распыленного огнетушащего состава, форма фронта — оптимальные для тушения горящих газов, жидкостей, твердых материалов;

• разработаны основы внутренней и внешней баллистики импульсных распылительных систем, в частности способ снижения степени разрушающего воздействия направленной взрывной волны и повышения ее метательного действия, профиля канала ствола и внутренних полостей огнетушащих боеприпасов, их снаряжение, определены массовые соотношения распылительного заряда и распыляемого огнетушащего состава.

Исследован процесс движения импульсного газодисперсного огнетушащего потока, предложены способы управления параметрами потока для регулирования дальности, мощности, скорости, масштабов импульсного тушения. Разработаны основы тактики применения импульсных огнетушителей, машин и систем при тушении различных пожаров. Показаны возможности эффективного использования импульсных установок для постановки светотеплоизоляционных завес; предотвращения и локализации объемных взрывов газов, пыли, паров; локализации токсичной и радиоактивной пыли, аэрозолей; локализации разливов нефти на воде.

Новым по сравнению с предыдущими разработками импульсной пожарной техники является:

- высокоеэффективное использование энергии взрыва;
- увеличение мощности, дальности, скорости, масштабов тушения в 3–5 раз;
- гибкое, быстрое, простое управление параметрами тушения — видом, дальностью, масштабами;
- эффективное использование дешевых огнетушащих составов, а также природных экологически чистых материалов;
- многоплановое защитное действие;
- высокая мощность и огнетушащая способность автономных установок, возможность осуществления комбинированного тушения;
- высокая степень безопасности операторов и обслуживающего персонала;
- надежная, эффективная и стабильная работа в широком диапазоне температур от –50° до +50°C.

В процессе исследований были созданы различные устройства направленного распыления — дискообразного, конусообразного, сферического, полусферического, струйного. Устройства были ус-

пешно испытаны в полигонных условиях, отработаны их конструктивные параметры, емкость, соотношения масс распылительного заряда и распыляемого материала, расположение устройств относительно очага горения при тушении горящих жидкостей, твердых материалов, металлов, газов, паров. На базе этих экспериментальных устройств разработаны:

- мини огнетушители (рис. 1), профессиональные огнетушители, возимые огнетушители на тележках и салазках;
- многоствольные установки на салазках, прицепах, шасси танков (рис. 2);
- подвесные устройства — огнетушащие бомбы для вертолетов, кранов;
- подвесные или размещаемые на полу, стенах, в проемах исполнительные устройства для автоматизированных систем пожаротушения.

С использованием этих импульсных устройств и установок были отработаны высокоэффективные методы тушения различных пожаров и предотвращения взрывов в следующих вариантах:

- лесах, степях, кустарниках, в том числе, в горах, отдаленной, пересеченной, холмистой местности, в зонах аварий и катастроф, токсично или радиоактивно зараженной местности;
- складах боеприпасов и взрывных материалов;
- в шахтах метро, тоннелях, подземных сооружениях;
- на атомных электростанциях, химических и газо-нефтеперерабатывающих заводах;
- самолетах, на различных взлетно-посадочных полосах и площадках;
- на ракетных стартовых площадках стационарных и мобильных;

— военных гусеничных и колесных машинах — танках, самоходных орудиях, бронетранспортерах, грузовиках;

— в подводных лодках; верхних, нижних палубах и трюмах кораблей;

— в резервуарах с нефтью, бензином и пр.;

— в высотных зданиях и на крышах;

— на морских нефтегазовых платформах, наземных газовых и нефтяных скважинах.

Промышленно производятся, продаются и используются в пожарных частях Украины и России импульсные системы: многоствольные установки на шасси танков, профессиональные огнетушители и мини огнетушители. Данная импульсная техника может стать основой для создания нового вида широко применяемой пожарной техники:

- огнетушащего оружия, соответствующего по своим тактико-техническим характеристикам военному вооружению;

• мощности, универсальности, дальности, масштабам, скорости и точности воздействия, простоте и гибкости управления, высокой эффективности работы в широком диапазоне температур и климатических условий. При этом импульсные системы дешевы, просты в производстве, эксплуатации, обслуживании и могут изготавливаться на различных предприятиях, в том числе, малых заводах.

Данная импульсная техника может эффективно и быстро тушить пожары, с которыми не может справиться традицион-



Рис. 1. Мини огнетушитель в действии



Рис. 2. Многоствольная установка на шасси танка

ная техника. Совместное применение импульсной и традиционной техники значительно расширит возможности пожарной охраны и безопасность работы пожарных — поднимет их на качественно новый уровень.

Таблица

Параметров образцов импульсной пожарной техники

№ п/п	Виды им- пульсной техники	Вид огнетушащего состава	Стоимость в американ. долларах	Сфера использования	Состояние разра- боток образца	Масштабы огнетушащего воздействия			Вес	
						даль- ность, м	площадь, м ²	объем, м ³	общий, кг	огне- туща- щий состав, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. ОГНЕТУШИТЕЛИ										
1.1.	Мини огнетушитель	Порошок, песок, грунт	15	Жилые и административные помещения. Автомобили. Суда. Вагоны. Автобусы	Производство. Продажа	до 3	до 1,5	до 3	0,85	0,45
1.2.	Профессиональный огнетушитель — базука в комплекте 6 контейнеров по 1 кг.	Порошок, песок, грунт	от 200	Универсальный огнетушитель любые локальные пожары. Особенно эффективен при тушении лесных пожаров, пожаров в высотных зданиях, судах, крупных сооружениях, подвалах	Экспериментальная партия. Испытания. Доработка	до 17	до 10	до 20	5,5 9,5	— Порошок до 2
1.3.	Германский пневматический огнетушитель ранцевый IFEK-3012	Вода очищенная или с пеногенератором	от 6000 до 10000		Производство. Продажа	до 1,5	до 10	до 15	19	до 12
1.4.	Украинский пневматический огнетушитель ранцевый	Вода очищенная, вода с пеногенератором	3000		Производство. Продажа	до 1,5	до 10	до 15	21	до 12
1.5.	6-ствольный огнетушитель на тележке	Порошок, песок, грунт, вода, пеногенератор, вязкие, клейкие составы, снег, лед.	3000		Экспериментальный образец	до 30 залп из 2-х стволов	до 40		90	10x6

З історії винахідництва

БЛ

3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.6.	Пневматич- еские огнету- шители на тележках Германия Украина	Вода очищенная Вода с пенообразо- вателем	15900 18200 6000		Производство Продажа	до 2,5 до 2,5 до 2,5	до 50 до 90 до 90	до 100 до 186 до 180	49 82 91	35 60 60

2. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

2.1.	Конусообраз- ные	Порошок, песок, грунт, супензия, вода, вода с пенообразовате- лем, вязкие, липкие, клейкие составы	стоимость защиты кв. м площади до 5 — 2,5 до 20 — 1 40 — 3,3 60 — 2,4 80 — 1,6 100 — 1 150 — 0,75	Исполнительные импульсные устройства могут размещаться или подшиваться в самых различных условиях, в том числе в разрушенных зданиях. После долговременного хра- нения в широком диапазоне Т° и климатических условий полностью сохраняют высо- кую надежность и эффектив- ность работы.	Эксперименталь- ные образцы испытаны в по- лигонах усло- виях	до 1 до 2 до 3 до 4,5 до 7 до 10 до 20	до 2 до 18 до 30 до 25 до 50 до 100 до 260	до 3 до 25 до 6,5 до 80 до 120 до 280 до 450	1 3 5 13 24 10 20 12 10 22 20 15 10 30 20 45 30	1,5 2 5 10 20 5 5 10 12 10 22 20 15 10 30 20 30 30	
2.2.	Дискообраз- ные, радиус	*****	40 — до 1,3 60 — до 1,2			3 5	до 30 до 50	до 40 до 80	13 24	10 20	
2.3.	Полусферные	*****	30 — до 6 40 — до 4 50 — до 3,3			до 3 до 5 до 10 до 15 до 25 до 35	до 25 до 50 до 90 до 20 до 30 до 40	6 12 15 20 30 70	5 10 20 10 30 45	5 10 20 10 30 30	
2.4.	Ствольные	*****	40 — до 2 60 — до 2 80 — до 2								
2.5.	Автоматич- еская установ- ка порошко- вого пожаро- тушения "Буран-3" Огнетушитель ОСП-1	Порошок огне- тушащий	61 — 8,5 25 — 12,5	*****	*****		до 2 до 1	до 7 до 2	22 до 8	3 1,2	2 1

3. МНОГОСТВОЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

3.1.	9-ствольная установка для робота	Порошок, песок, грунт, вода, вода с пенообразова- телем	до 5000	Кабельные тоннели, про- мышленные здания, подвалы	Проект	до 40	до 400	до 1000	300	180
3.2.	20-ствольная установка для джипа	*****		Пожарный автомобиль быстрого реагирования	Проект	до 60	до 1200	до 3000	1400	600
3.3.	Пневматич- еская пушка для джипа и вертолета (Германия)	*****	до 300000	Лесные пожары, высотные здания	Производство Продажа	до 40	до 1000	до 3000	650	10
3.4.	Пневматич- еская пушка для джипа и вертолета (Украина - Россия)	*****	до 100000	Лесные пожары, высотные здания	Производство Продажа	до 40	до 1000	до 3000	800	10
3.5.	Установка на лафете- тележке на 9 стволов на 16 стволов на 25 стволов	Порошок, песок, грунт, вода, вода с пенообразовате- лем, вязкие соста- вы, снег, лед	10000 15000 25000 60000	Исполнительные установки для автоматизированных систем, быстро монтируе- емых в зонах аварий, катаст- роф, ремонтных работ	Эксперименталь- ные образцы	до 80 до 70 до 70	до 500 до 1000 до 1500	до 1000 до 2000 до 3000	600 1200 2000	270 480 750
3.6.	5-ствольная пневматич- еская устано- вка на тан- ке(Украина)	*****	500000	Тушение газовых фонтанов	Эксперименталь- ный образец	до 25	до 1000	до 3000	3500	1500
3.7.	4-ствольная пневматич- еская устано- вка на танке (Германия)	*****		Тушение газовых фонтанов	*****	до 40	до 1000	до 3000	3000	1200
3.8.	50-ствольная установка на шасси танка	*****	30000	Пожарная машина для зон аварий, катастроф, атомных станций, складов боеприпа- сов	Проект	до 120	до 2500	до 6000	4500	1500
3.9.	100-ствольная установка на шасси тяже- лого грузовика	*****	80000	Аэродромная и универсаль- ная пожарная машина	Проект	до 120	до 10000	до 25000	12000	5000

4. ПОДВЕСНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЕРТОЛЕТА ИЛИ КРАНА

4.1.	Огнетушящая бомба		до 400	Тушение лесных и степных пожаров, в зонах аварий, катастроф и локальных войн, в горах и отдаленных районах. Пожары в высотных зданиях.	Эксперимен- тальный образец	до 50	до 350	до 500	260	200
4.2.	9-бомбовая платформа		до 8000	Предотвращение взрывов газовых и пылевых облаков.	*****	до 50	до 2500	до 5000	3000	1800
4.3.	40-бомбовая платформа		до 30000	Локализация радиоактивных выбросов. Локализация раз- ливов нефти на воде.	Проект	до 50	до 13000	до 25000	13000	8000

Начала гидрофизической локации

А.Н. Князюк, академик УАН



Князюк А.Н.

Данной статьей автор начинает серию публикаций, объединенных единым замыслом, который заключается в исследовании природы возникновения пространственных проявлений движения малошумных подводных тел природного и техногенного происхождения и в поиске путей создания нетрадиционных средств их пассивного обнаружения с использованием новых физических принципов и явлений.

В процессе выполнения исследований природы возникновения пространственных проявлений, получивших название "Начала гидрофизической локации", автором были разработаны новые подходы к вопросу создания систем освещения подводной обстановки (ОПО) и разработки принципиально новых средств ОПО, построенных на использовании новых эффектов и явлений.

Впервые в мировой науке была доказана реальная возможность практического использования методов навигационной гидробионики в гидролокации, основанная на:

"Начала..." — это начало нового направления в теории гидролокации.

"Начала..." — это начало продолжения сходимости техники и бионики.

"Начала..." — это начало новых фундаментальных исследований в области исследований Мирового океана.

"Начала..." — это установленные неизвестные ранее явления и эффекты, связанные с движением малошумных подводных тел природного и техногенного происхождения; с движением, сопровождаемым управляемыми и неуправляемыми перемещениями в вертикальной и горизонтальной плоскостях ("рысканиями").

• результатах основополагающих исследований физических явлений, сопутствующих движению малошумных подводных тел различной физической природы и жизнедеятельности гидробионтов;

• разработанных принципиально новых подходах к вопросу создания систем и построения принципиально новых средств ОПО ближайшего рубежа охранения (БРО) боевых комплексов (БК) противотеррористической и противодиверсионной обороны (ПДО).

Известно, что движение погруженного в жидкость тела создает в окружающей среде пространственные гидродинамические возмущения (ПГВ), скорость распространения которых значительно превышает скорость движения тела-осциллятора. Эти возмущения приводят к изменению статистической структуры гидрофизического поля жидкости преимущественно в направлении движения тела. Проведенные исследования позволяют утверждать, что существует принципиально отличающийся от традиционных методов механизм, с помощью которого можно обнаружить движение малошумных подводных тел природного (живые обитатели водоемов как обладающие способностями к гидроакустической локации, так и не обладающие таковыми) и техногенного (сверхмалые подводные лодки, боевые пловцы-террористы, боевые пловцы-диверсанты, боевые пловцы-разведчики, водолазы-минеры, средства их доставки и др.) происхождения.

Наиболее ярким подтверждением существования такого мало изученного на сегодняшний день механизма является наличие органов чувств обнаружения исследуемого движения в живой природе, например, у цук, акул, колюшек, миног и других гидробионтов, не обладающих способностью к гидроакустической локации.

Живые обитатели водоемов этого класса обладают гидродинамическим восприятием аномалий гидрофизического поля и реализуют пассивные методы гидрофизической лока-

ции. Правомерность такого вывода подтверждена результатами исследований Л.М. Бреховских (СССР), Жака Кусто (Франция), Евгении Кларк (США) и ряда других ученых.

Однако проблема подводной гидрофизической локации в системах противотеррористической и противодиверсионной обороны морских и прибрежных стратегических объектов впервые в мире была практически решена, теоретически обоснована и экспериментально проверена автором в данном исследовании. Актуальность этой проблемы обусловлена ростом (на базе новейших научных достижений) технической оснащенности боевых подразделений международных террористических группировок, в том числе и мобильных подразделений подводных боевиков-камикадзе, способных совершить террористические акты в море и на суше не только в прибрежной полосе, но и в глубинах территории любой морской державы.

Одним из источников новых идей и технических решений в этой области стала гидробионика. Сопоставление биологических и технических средств гидролокации показало, что в навигационной бионике существуют значительные резервы, которые необходимо использовать при решении различных научно-технических задач прикладного характера.

Основным способом раскрытия сущности биологических навигационных органов гидробионтов является их идентификация по техническим прототипам. А поскольку в науке недостаточно освещена методология бионики, вообще, и гидробионики, в частности, в исследованиях было обращено внимание на основные особенности и функции живых организмов, а также на закономерности их формообразования и принципы, на которых может быть основано построение обобщенной функциональной модели.

Работы проводились в интересах создания средств подводной локации систем БК ПДО морских и прибрежных стратегических объектов. Основные результаты работ могут быть практически применены так же при проведении океанологических, медико-биологических, метрологических и других исследований, а также в бытовой, измерительной и другой технике. Результаты исследований аналогов в мировой науке не имеют.

Противотеррористическая и противодиверсионная оборона морских стратегических объектов

Князюк Александр Николаевич, академик УАН

Успешное решение задач морскими (или прибрежными) стратегическими объектами возможно лишь при условии их надежного прикрытия различного рода средствами и силами. При этом особое внимание уделяется противовоздушной (ПВО) и противолодочной (ПЛО) обороне охраняемых объектов. Но наиболее серьезную опасность для охраняемых объектов представляют групповые и одиночные подводные боевые пловцы-камикадзе (ПБК) из различных террористических группировок, а также подводные разведывательно-диверсионные средства (ПРДС), входящие в состав амфибийно-транспортных групп военно-морских флотов ряда стран (рис. 1).

Учитывая возрастающие технические возможности и финансы террористических группировок в состав формирований ПБК, как и в состав ПРДС, могут входить сверхмалые подводные лодки (рис. 2), боевые пловцы-разведчики (диверсанты, террористы), водолазы-минеры, средства

доставки и др. Поэтому для краткости изложения назовем и подводных боевиков-камикадзе, и подводные разведывательно-диверсионные средства единим термином – малые боевые подводные средства и силы (МБПС).

Основными задачами формирований МБПС являются:

- ведение разведки в прибрежных зонах и на берегу в целях обеспечения морских террористических, десантных и других операций;
- уничтожение в воде и на берегу различных ограждений и объектов противотеррористической и противодиверсионной обороны;
- выведение из строя и уничтожение кораблей в базах, портах и на открытых якорных стоянках;
- ведение поисковых и спасательных работ;
- выведение из строя и разрушение (уничтожение) портовых и гидротехнических сооружений и других морских и береговых объектов;
- осуществление различных террористических актов в прибрежной полосе и в глубине территории различных стран.

Вот как написано еще 9 мая 1979 года в газете "Die Welt" об одном из подразделений ПРДС: "Их задача захватить жертву врасплох, их спутницей является ночь. Они появляются бесшумно и скрываются бесследно. Это не фикция, а повседневная действительность. Место – немецко-Балтийское побережье, точнее бухта около Эккернфёр-



Рис. 1. Средства доставки боевых пловцов-разведчиков.

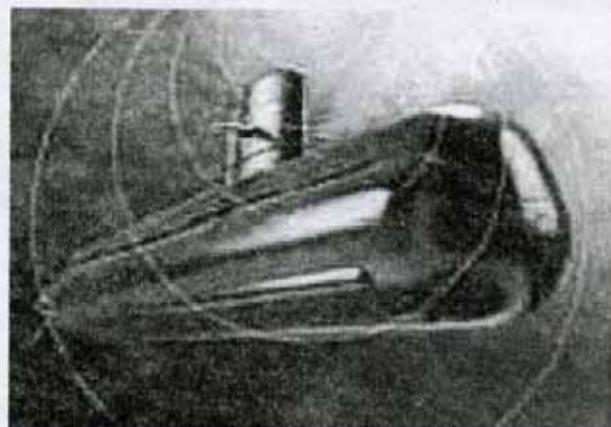


Рис. 2. Сверхмалая подводная лодка

де. Здесь тренируются в основном ночью боевые пловцы небольшого, но хорошо подготовленного специального подразделения военно-морских сил ФРГ". Это о "балтийских акулах", так газета назвала боевых пловцов-диверсантов.

Следует отметить, что твердые знания боевого использования технических и тактических возможностей МБПС позволяют правильно организовать противодействие им и оборону от их нападения.

Система прикрытия охраняемого объекта строится по зонально-объектовому принципу, сочетает прикрытие района и организуется в ближней и дальней зонах (рис. 3).

В зоне дальнего охранения обзор подводной обстановки ведется пассивными гидроакустическими средствами стационарных систем, авиации, подводных лодок и надводных кораблей.

Основная задача сил ближнего охранения – не допустить использования МБПС, а также оружия (ракет, торпед и т.п.). Они должны контролировать акваторию радиусом, достаточным для обеспечения надежной обороны объекта или района от удара разнородных МБПС.

Как правило, боевые пловцы самостоятельно действуют в радиусе 10 км от объекта и на глубинах до 15 м. Атакуют



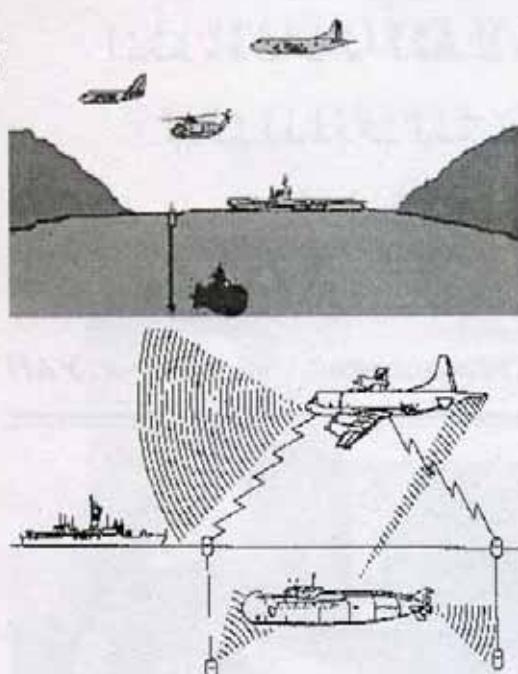


Рис. 3. Схематична структура противолодкової оборони.

они, в основному, групами при одном старшем, редко в одиночку, но наиболее часто действуют парами. Поэтому очень важно обнаружить средства доставки боевых пловцов на рубеж самостоятельных действий.

После обнаружения МБПС пассивными средствами (если оно, разумеется, осуществлено), для их классификации и уточнения местоположения используют гидроакустические станции (ГАС) и комплексы (ГАК) в активном режиме. В этом случае происходит демаскировка сил охранения, и противник принимает доступные ему контратаки как в целях выполнения своей боевой задачи в целом, так и направленные на выявление и последующее уничтожение средств охранения.

При таком подходе целесообразно в общей системе охраны стратегических объектов в частности и морских (океанских) побережий в целом выделить ближайший рубеж охранения (БРО), как самостоятельную систему. Здесь могут быть применены разного рода системы и ком-

плексы освещения подводной обстановки (ОПО) для обнаружения, слежения и выдачи характеристик и параметров сопровождаемых целей. В этих комплексах могут быть применены как гидроакустические, так и другие средства, которые регистрируют аномалии, сопутствующие движению малошумных МБПС природного и техногенного происхождения и жизнедеятельности гидробионтов.

Аналогичные работы проводятся и в других странах. В США эти работы проводятся под контролем Конгресса. С 1976 года открытая публикация каких-либо материалов, связанных с работами по этой тематике, запрещена Конгрессом США.

В обеспечение БРО охраняемого объекта во многих научных центрах США (Сан-Диего, Калифорния и др.), бывшем СССР (Севастополь и др.) и других стран ведутся интенсивные ис-

следования применения дрессированных морских млекопитающих (дельфинов, морских львов и др.) в интересах как осуществления диверсий, так и фиксации подводных боевых пловцов и передачи дрессировщику информации о их приближении и местонахождении. Однако, использование в военном деле морских млекопитающих порочная практика. Поскольку, как применение для обнаружения вражеских субмарин мощных низкочастотных сонаров, распространяющихся под водой мощный звук, так и использование в военном деле морских млекопитающих, наносят ущерб морским обитателям.

Особый интерес представляют исследования в диапазоне сверхнизких частот (СНЧ), поскольку сопутствующие движению (например, боевого пловца) неизвестные в мировой науке физические явления и эффекты создают наиболее энергетические и информативные локальные аномалии среды в диапазоне $(2+3) \cdot 10^{-3}$ Гц, а паразитная СНЧ — модуляция шумов

моря в отсутствие наблюдаемых целей для различных районов Мирового океана лежит в пределах $(4+6) \cdot 10^{-3}$ Гц. Технические характеристики средств гидроакустики для этих условий достигли своих предельных технических возможностей. Это обстоятельство требует иного подхода и новых методов создания средств освещения подводной обстановки, основанных на использовании новых в гидролокации физических принципов и явлений, позволяющих, в конечном счете, создать эффективные боевые комплексы (БК) БРО.

Одним из возможных подходов, дающих надежду на получение качественного скачка в части создания высокоеффективных систем БК БРО, является возможность практического использования пространственных проявлений в морской среде, на свободной поверхности и в приповерхностном слое атмосферы, сопутствующих движению малошумных подводных тел природного и техногенного происхождения.

С различными видами таких проявлений встречались исследователи в разных местах и в разное время. Так, на Белом море сотрудники НПО "Гранит" (г. Санкт-Петербург, РФ), наблюдавшие в экстремальной ситуации резкое изменение скоростного напора, на Балтийском море сотрудники ВВМУРЭ им. А. Попова (г. Петергоф, РФ) наблюдали изменение электропроводности морской среды с учетом макро- и микроэффектов. Аналогичные явления, называемые "эффектом падающих вихрей", исследователи наблюдали в атмосфере (ЦНИИМаш Российского авиационно-космического агентства).

Физическая интерпретация возникновения пространственных проявлений движения подводных тел природного и техногенного происхождения описана тремя основополагающими гипотезами Князюка.

Замечательным свойством предлагаемых методов и средств ОПО БК БРО является то, что их воздействия на окружающую среду не наносят абсолютно никакого ущерба ни самой среде, ни ее обитателям.

Создатель первых в мире комбайнов для крутых пластов

**Юрий Киклевич, к. т. н., зам. председателя Донецкого регионального
отделения Академии технологических наук Украины**



В.И. Располов

27 июня 2003 году исполняется 75 лет со дня рождения заслуженного изобретателя УССР Владимира Ивановича Распопова, автора более 60 внедренных авторских свидетельств, кавалера почетного знака "Шахтерская слава" 3-х степеней, создателя первого в мире серийного угольного комбайна УКР для крутых пластов.

Родился он в городе Макеевка Донецкой области. В 1950 году окончил Донецкий индустриальный институт и был направлен на работу в Донецкий государственный проектно-конструкторский и экспериментальный институт комплексной механизации шахт "Донгипроуглемаш", занимавший ведущее место в стране в области создания широкого спектра изделий горной техники. И сегодня конструкторская школа, опыт и традиции позволили этому институту не только сохранить свои позиции, но упрочить их, в том числе на мировом рынке.

Через семь лет в 1957 году Владимир Иванович занял должность главного конструктора отдела механизации пластов круто и наклонного падения — основной фигуры в конструкторской организации.

Надо отметить, что многочисленные попытки сконструировать серийный комбайн для крутых пластов неоднократно предпринимались в СССР (в период с 1946 по 1962 г. было подано около 100 заявок на изобретения по комбайнам для крутых пластов) и за рубежом, но даже лучшие решения, в частности, комбайны ККП-1 и К-19 конструкции московского "Гипроуглемаша" выпускались лишь небольшими партиями. На крутых пластах, как и в начале века, практически единственным средством добычи оставались отбойные молотки, обеспечивающие ограниченную производительность при высокой тяжести и опасности труда забойщиков. Уровень механизированной выемки составлял в 1958 году лишь 2%.

Коллективу конструкторов "Донгипроуглемаша" во главе с В.И. Распоповым удалось сконструировать угольный комбайн, учитывающий недостатки предыдущих аналогов и имевший целый ряд преимуществ: минимальное некрепленное пространство после снятия полоски угля, узкозахватный способ выемки, раздельная выемка угля (в том числе без присутствия людей) и крепления с широким фронтом работ в нескольких пунктах лавы, обеспечение прямолинейной линии забоя с плавным регулированием исполнительных органов по мощности пласта.

В 1959 г. были успешно испытаны два опытных образца с электро- и пневмоприводом, а с 1960 г. на Горловском машзаводе им. С.М. Кирова был начат серийный выпуск. Централизованно-плановая система использовала все свои преимущества и в 1965 г. на шахтах Центрального района Донбасса работало 116 комбайнов УКР, а уровень механизации выемки вырос в 15 раз и достиг 29,2%.

В рекордные сроки был спроектирован, испытан и запущен с 1965 г. в серийное производство комбайн КТ ("Комсомолец") для пластов мощностью, начиная с 0,45м.

По сравнению с молотковыми лавами почти вдвое возросла средняя суточная добыча, а в отдельных лавах было достигнуто пятикратное увеличение производительности. Фактически тогда в механизации добычи угля на крутых пластах был сделан революционный скачок.

В 1964 году Владимиру Ивановичу и его коллегам по "Донгипроуглемашу" (С.М. Арутюняну, А.И. Башкову, К.И. Дьяченко, Г.А. Литвинову, А.Д. Сукачу) вместе с группой работников шахт и завода была присуждена Ленинская премия в области науки и техники за "Механизацию выемки угля на крутых пластах, создание и внедрение комбайнов УКР ("Темп") и "Комсомолец".

Комбайны экспонировались на многочисленных выставках, были удостоены многих дипломов, "Гран-при" на Лейпцигской ярмарке, медалей ВДНХ.

Начальный период внедрения комбайнов УКР был похож на боевую операцию, в которой участвовали десятки специалистов. На каждой шахте был представитель "Донгипроуглемаша". Ежедневные доклады в диспетчерскую института, "оперативки" у руководителей угольных трестов с выявлением недостатков в конструкции комбайнов.

В отделе всегда было много молодежи, которую учили в "бою" и доверили. Среди них — Виктор Жебокритский, Олег Белозерский, Владимир Ивко, Игорь Сошенко и др.

Нам было легко работать с открытым прямым, доброжелательным руководителем и человеком, каким всю жизнь остается Владимир Иванович.

С 1965 года В.И. Располов в течение 20 лет возглавлял отдел механизации пластов крутого и наклонного падения. Машинами, созданными в этом отделе добывалось до 100 млн. тонн угля в год.

В этом году "Донгипроуглемашу" исполняется 65 лет. Владимир Иванович Располов, проработавший в институте 47 лет, — один из наиболее заслуженных его сотрудников.

Здоровья ему и долгих лет жизни!

Приムусъ

Машинобудування та металообробка

Владимир Сайко

Под таким названием с 15 по 18 апреля 2003 года в выставочном центре Киева проходила III Международная специализированная выставка. Как известно, весна и осень — самые "выставочные" сезоны. Но если осенние выставки знаменуют собой старт деловой активности сезона, то весенне — это его заключительный аккорд. Компании как бы отчитываются о проделанном за год, а посетители ждут "новеньского" в предложениях той или иной отрасли.

Организаторы этой выставки позаботились о солидных и представительных участниках: экспозиции таких компаний, как Galika AG, Knuth Machine Tools (Германия), Alflieh Engineering AG (Швейцария), группа Seco/Warwick (Польша), Батекс, Запорожский электроаппаратный завод, Рязанский верстакостроительный завод (Россия), Харьковский завод агрегатных станков, Електронмаш.

Для участников и посетителей выставки организаторы подготовили программу с 15 семинаров по новым технологиям в резании листовых материалов, ускорению изготовления моделей и пресс-форм, новым адсорбентам на основе бентонита для очищения промышленных сточных вод и др.

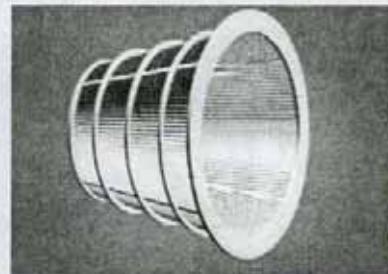
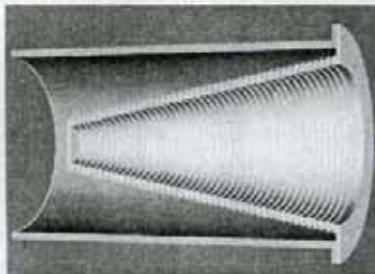
Оборудование для обработки металлов резанием, токарные, сверлильные и фрезерные станки представляли Knuth Machine Tools (Германия), Alflieh Engineering AG (Швейцария), Батекс, Tos Varnsdorf (Польша). *Какие же инновационные технические решения мы встретили на выставке?*

Фирма Tos Varnsdorf представила своим посетителям новое поколение станков, основанное на принципе модульной сборной конструкции, современные плитовые горизонтально-расточные станки WRD 150(Q), мощный станок WRD 130 для обработки особенно крупных или тяжелых деталей.

С особенностями разнообразных вертикальных фрезерно-сверлильных обрабатывающих центров (ОЦ), в том числе с поворотным шпинделем, ОЦ портального типа фирмы HAAS Automation Ins., можно было познакомиться на стенде регионального представителя в Украине **компании Abplanalp Ukraine**.

Среди участников выставки, несомненно, выделялся германский стенд **Knuth Machine Tools**, расположившийся в холле выставки и привлекавший вниманием посетителей своей широкой экспозицией металлообрабатывающих станков для гидроабразивной и плазменной резки, электроэрозионной обработки, а также высокотехнологичных токарных, фрезерных и сверлильных станков.

Особое внимание посетителей вызвало ноу-хау компании **Progress ECO** — щелевые сварные сита (ЩСС). Это — новейший продукт, изготовленный с использованием современной технологии электро-сопротивляемого скрепления, и предназ-

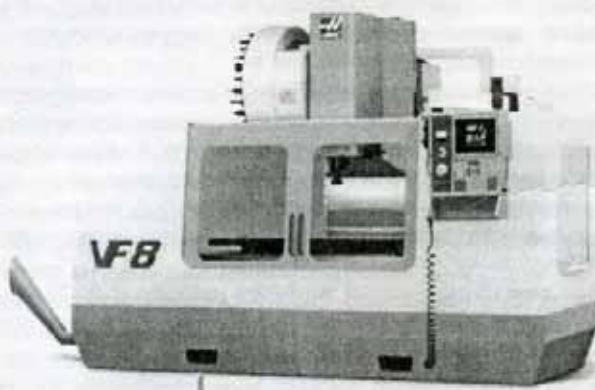


Конусовидные и цилиндрические сита компании Progress ECO.

нчен для работы в динамических системах (например, центрифугах). Суть технологии заключается в приваривании специально профицированных рабочих прутов к вспомогательным несущим прутам в местах всех их стыков. В результате получаются сита, способные переносить значительные нагрузки. Столь новаторская технология позволяет добиться высочайшей точности размещения рабочих прутов и следовательно — высокой точности величины щелей. Плоские сита успешно применяются в отстойниках с пневматическим передвижением материала, а желобоподобные — в транспортерах, где кроме перемещения материала, необходимой является еще и дополнительная технология воотвода либо сепарации.

Хочется отметить компанию **Intersed**, предлагающую посетителям комплексную автоматизацию на базе мощного средства проектирования SolidWorks 2003.

В целом, программа выставки дала возможность его участникам не только представить свой традиционный или эксклюзивный продукт-товар массовой заинтересованной аудитории, но и проследить основные тенденции развития отрасли, ознакомиться с новейшими технологиями, современным высокоточным инструментом и качественным оборудованием, пообщаться с коллегами, поделиться опытом и установить новые профессиональные связи.



Станок VF 8 фирмы HAAS Automation Ins.