

ВЫВОДЫ

Разработана инженерная методика расчета точности определения координат объектов по космическим снимкам поверхности Земли, не содержащим реперных точек. Методика предназначена для оценки точностных показателей целевой эффективности космической системы наблюдения Земли. Методика использована при проектировании космической системы «Січ-2». Рассчитана зависимость предельной погрешности координат от значений проектных параметров космической системы.

1. Батраков А. С. Общая модель для расчета и анализа скорости сдвига оптического изображения при съемке земной поверхности. // Исследование Земли из космоса.—1989.—4.—С. 99—106.
2. Ханцеверов Ф. Р., Острухов В. В. Моделирование космических систем изучения природных ресурсов Земли. — М.: Машиностроение, 1987.—264 с.

PROCEDURE FOR DETERMINING THE ACCURACY OF SATELLITE IMAGE-BASED POSITIONING

R. Dymarchuk, G. Borshchova, Ye. Yarmol'chuk

A procedure for determining the available accuracy of satellite image-based positioning is proposed. The procedure is intended to evaluate the accuracy-related performance of Earth observation system. The procedure allows us to determine errors in positioning based on satellite images without any reference points. Effects of the following errors in measurement of exterior orientation items are considered: 1) errors in the measurement or prediction of the spacecraft COG position, 2) spacecraft design errors, 3) errors in the measurement of spacecraft orientation angles. The following types of errors are analysed: 1) errors in the determination of object geographical coordinates (in angular measure), 2) errors in the determination of object coordinates along tangent and binormal to orbit (in linear measure). As an example of applying the procedure, results of analysing the dependence of limiting aggregate errors in positioning on the following design parameters of Sich 2 space system are presented: 1) orbital height, 2) nominal orientation of optical axes of the optoelectronic system, 3) object positions in satellite image.

УДК 537.52

РАБОЧИЕ ТЕЛА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО КАТОДА-КОМПЕНСАТОРА ЭРД

© А. В. Хитко, Ф. А. Чміленко

Дніпропетровський національний університет

За робочі тіла двоступеневого катода-компенсатора ЕРД пропонується використовувати солі лужних металів, хімічно пасивні до повітря, наприклад карбонати. Температура розкладу карбонатів не перевищує емісійну температуру катода, що забезпечує стабільні витрати лужних металів.

Полые катоды, работающие на щелочных металлах, нашли широкое применение как в космической технике, так и в различных физических исследованиях [3]. В последние годы на базе стендового цезиевого катода [5] был разработан ампульный вариант катода, в котором весь запас рабочего тела помещен в полость двухступенчатого катода, а подача рабочего тела осуществляется за счет тепла, поступающего от внутреннего разряда (рис. 1). Эта конструктивная схема имеет лучшие энергетические характеристики и позволяет расширить диапазон рабочих токов в сторону их уменьшения. Ампульный катод использовался в качестве компенсатора системы инъекции пучка положительных ионов в эксперименте «Дион» международной программы «Фобос». В связи с этим первостепенными становятся вопросы длительного хранения изделия и стабильности его выходных параметров.

Наиболее уязвимым с точки зрения хранения

является рабочее тело. Традиционное использование чистого щелочного металла [2] затруднено, так как он активно взаимодействует с кислородом и влагой воздуха и требует проведения ряда мероприятий по герметизации, надежность которых необходимо подтвердить натурными экспериментами. Кроме того, щелочной металл необходимо связать с капиллярно-пористой структурой, позволяющей обеспечить работу в невесомости. При этом вопрос об удержании металла в структуре при воздействии инерционных нагрузок остается открытым. Резкая зависимость давления насыщенных паров от температуры в зоне испарения для чистого металла требует организации специальной управляющей системы, обеспечивающей стабильность выходных параметров. Все перечисленные трудности заставили отказаться от использования в качестве рабочего тела ампульного катода-компенсатора чистого щелочного металла.

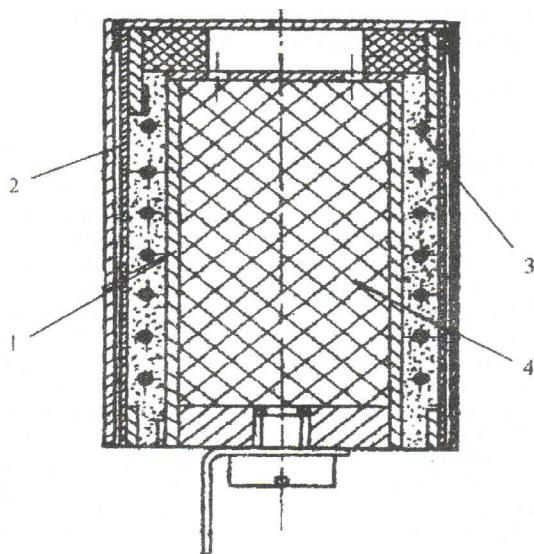


Рис. 1. Схема ампульного катода-компенсатора: 1 — внутренний электрод; 2 — внешний электрод; 3 — стартовый нагреватель; 4 — рабочее тело

Одним из перспективных направлений считается использование соединений внедрения щелочного металла в графит, получаемое насыщением графитовой шашки в парах щелочного металла [1]. Получаемое химическое соединение (CsC_8) снимает вопрос об удержании металла в капиллярно-пористой структуре, но требует проводить заправку и хранить рабочее тело в инертной среде. Кроме того, расходные характеристики системы подачи на основе соединений цезия с графитом зависят от качества пропитки, которое до эксперимента (из-за сложности определения разности весов графитовой шашки до и после пропитки) практически не поддается контролю. Исследование стабильности выходных параметров ампульного полого катода показало, что существенным недостатком рабочего тела на основе соединения цезия с графитом является монотонное уменьшение расхода цезия при постоянной температуре графитовой шашки (рис. 2). Это связано с обеднением верхних слоев графитовой шашки и дальнейшей зависимостью расхода цезия от скорости диффузии его из объема. Таким образом, вопросы длительного хранения изделия и стабильности выходных параметров рабочего тела на основе CsC_8 невозможно решить.

Поиск требуемого рабочего тела начал был с рассмотрения цепочки химических реакций, происходящих при взаимодействии чистого щелочного металла с атмосферой воздуха, где происходит его

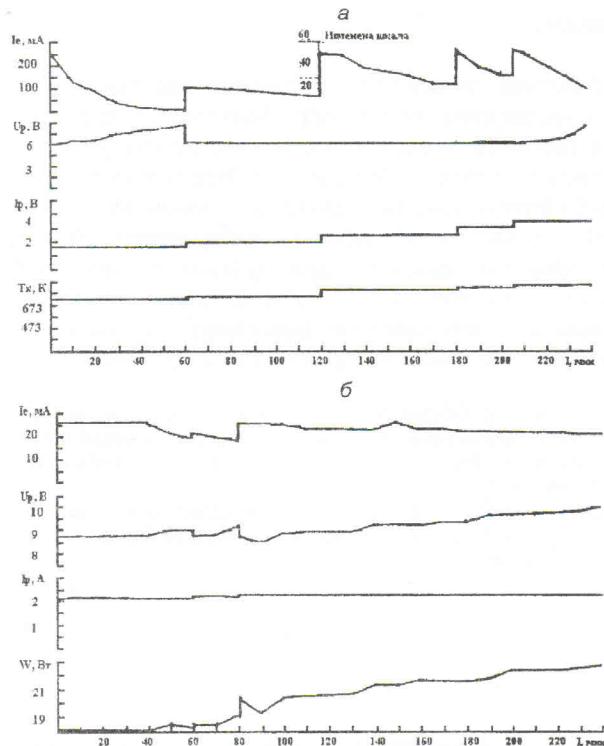


Рис. 2. Диаграмма параметров ампульного катода-компенсатора при $U_a = 20$ В; рабочее тело: а — цезиризованный графит CsC_8 , б — карбонат цезия Cs_2CO_3

окисление. Затем оксид взаимодействует с влагой воздуха, и образуется щелочь, которая, в свою очередь, реагирует с углекислым газом, образуя карбонат щелочного металла. Использование карбоната в качестве рабочего тела снимает вопрос хранения, так как он является конечным продуктом взаимодействия щелочного металла с атмосферой воздуха и инертен к ней. Анализ химических свойств карбонатов показал, что при нагреве до 873—973 К происходит их разложение с образованием щелочного металла [4], что удовлетворяет диапазону эмиссионных температур ампульного полого истода.

Вопрос стабильности выходных параметров ампульного полого катода непосредственно связан со стабильностью расхода щелочного металла при разложении соли, а также с зависимостью давления паров щелочного металла от температуры разложения. Результаты исследований стабильности эмиссионного тока и параметров внутреннего разряда ампульного полого катода (рис. 2, б) показали, что в течение необходимого времени работы (2—3 ч) изменение их не превысило 30 % от номинального

значения, что удовлетворяет предъявленным требованиям. О давлении паров щелочного металла в полости катода можно судить лишь косвенно, сопоставляя параметры системы, работающей на соли, с системой, работающей на чистом металле. Такая оценка показала, что давление находится на уровне 13 Па и слабо зависит от температуры катода. Полученный стабильный расход может быть объяснен стабильностью подвода энергии в зону разложения соли, а эта энергия осуществляет разрыв определенного количества связей.

Таким образом, проведенные исследования параметров полых катодов ампульного типа показали, что в качестве рабочих тел следует использовать соли щелочных металлов, химически пассивные в атмосфере воздуха, температура разложения которых не превышает эмиссионную температуру катода, и обеспечивают стабильный расход щелочного металла при разложении.

1. Гвердцители И. Г., Каландарашвили А. Г., Чилингариашвили П. Д. и др. Исследование процесса расширения пиролити-

- ческого графита при насыщении парами цезия // ЖТХ.—1975.—49, № 1.—С. 217—218.
2. Дородной А. М. Анализ и исследование катодных процессов в сильноочном дуговом разряде // Плазм. ускорители: Сб. науч. тр. — М.: Машиностроение, 1972.—С. 157—179.
3. Жуков М. Ф., Козлов Н. П., Пустогаров А. В. и др. Приэлектродные процессы в дуговых разрядах. — Новосибирск: Наука, 1982.—158 с.
4. Краткий справочник по химии. Справочник / Под. ред. А. Т. Пилипенко. — Киев: Наук. думка, 1987.—830 с.
5. Приданцев В. Ф. Методика оценки параметров полых катодов // Пробл. высокотемператур. техники: Сб. науч. ст. — Днепропетровск: ДГУ. 1979.—С. 119—127.

WORKING BODIES OF THE TWO-STEP CATHODE-EQUALISER OF ELECTRIC ROCKET ENGINE

A. V. Hytko, F. A. Chmilenko

The salts of alkaline metals which are chemically passive to the air atmosphere, for example, carbonates, are proposed to be used as working bodies. The temperature of the decomposition of carbonates does not exceed the emission temperature of the cathode, which provides the stable charge of an alkaline metal.

УДК 534.222

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ ВОЛН В ГРУНТЕ

© Е. В. Воротинцев, Г. И. Сокол

Дніпропетровський національний університет

Розглянуто ударну хвилю від вибуху у ґрунті. Складено математичну модель якісної картини поширення вибуху у ґрунті та розраховано параметри імпульсу від вибуху на різних відстанях від епіцентру. Форма імпульсу описується рівнянням Бюргерса.

Взрыв является одним из самых распространенных источником мощных звуковых колебаний. Интенсивные звуковые волны, порождаемые взрывом, качественно отличаются от малоамплитудных возмущений, описываемых линейной акустикой. При распространении интенсивной волны происходит постепенное изменение формы волны вследствие разницы в скоростях движения различных участков ее профиля. Точки, отвечающие большему сжатию, движутся быстрее, в результате крутизна фронтов сжатия растет, и возникают ударные волны. Периодические волны трансформируются в волны с пилообразным профилем, а одиночные импульсы — в возмущения треугольной формы [1—6].

Целью настоящей работы является составление математической модели качественной картины распространения взрыва в грунте и расчет параметров

импульса от взрыва на различных расстояниях от эпицентра.

Ударная волна детонации из взрывчатого вещества переходит в грунт, распространяясь в ней в виде сферического фронта. Вслед за ней возбуждается более слабая переменная волна, связанная с пульсациями газового пузыря, образованного продуктами детонации. Авторами рассматривается только головная волна, имеющая форму импульса с разрывным передним фронтом и пологим задним, близким к экспоненциальному. Более слабая волна не рассматривается вследствие несильного ее влияния.

Форма импульса описывается уравнением Бюргерса — основополагающим для нелинейной акустики, применимым при описании распространения интенсивных звуковых волн в газах, жидкостях и