

Эффект Пельтье при исследовании эмиссионной способности скандиевого металлопористого катода

Разработка электровакуумных приборов мм-диапазона требует от источника электронов повышенных характеристик эмиссии и долговечности. Одним из применяемых источников электронов является скандиевый металлопористый катод. В рамках исследования металлопористого катода со скандием на эмиссионную способность было проведено пирометрирование. В результате отмечена тенденция снижения температуры катода при повышении плотности токоотбора в среднем на 15°С с 5 А/см². Сделано предположение более значительного снижения температуры катода на высоких плотностях эмиссии.

Ключевые слова: металлопористый скандиевый катод, эмиссия, эффект Пельтье

В настоящее время актуальным является разработка катодов для приборов мм-диапазона с высокой плотностью токоотбора и долговечностью. Для таких приборов требуются малые эмиссионные поверхности, следовательно, значительное повышение плотности тока свыше 100 А/см². Одним из путей улучшения параметров МПК является подбор эффективных составов активных веществ, металлической губки, а также состава и структуры эмитирующей поверхности.

Как известно, при отборе тока с катода имеет место эффект охлаждения катода, особенно заметный при больших плотностях эмиссии [1]. Это связано с тем, что при отборе с катода тока эмиссии каждый уходящий к аноду электрон уносит энергию $\chi_0 = e\phi$. [2]. Данное явление известно в литературе как эффект Пельтье - выделение или поглощение теплоты при прохождении электрического тока I через контакт двух различных проводников. Выделение теплоты сменяется поглощением при изменении направления тока. Количество теплоты $Q_n = \Pi I$, где Π — коэффициент Пельтье, равный: $\Pi = TD_a$. Здесь T — абсолютная температура, D_a — разность термоэлектрических коэффициентов проводников.

Эффект Пельтье объясняется тем, что средняя энергия носителей тока зависит от их энергетического спектра, концентрации и механизмов их рассеяния и поэтому в разных проводниках различна. При переходе из одного проводника в другой электроны либо передают избыточную энергию атомам, либо пополняют недостаток энергии за их счёт. В первом случае вблизи контакта выделяется, а во втором поглощается теплота Пельтье. [3]

Для исключения эффекта Пельтье в металлопористых катодах с Os-Ir покрытием при испытаниях на эмиссионную надежность на нашем предприятии, снятие недокальных характеристик при больших плотностях тока в режиме непрерывного токоотбора, проводится путем кратковременной подачи анодного напряжения на 2-5 с на каждой ступени напряжения. Далее определяются рабочие температуры катода для низкой и высокой (рабочей) плотности тока (T_{p1} и T_{p2}). Далее определяется долговечность при более низкой плотности тока D_1 . Испытательная температура устанавливается с учетом эффекта Пельтье при данной плотности тока. Далее оценивается долговечность катода при высокой (рабочей) плотности тока D_2 .

Для получения больших плотностей тока на малом диаметре перспективным является использование Sc катода. Так как скандиевые катоды имеют свои физико-химические

особенности по сравнению осмированными МПК, то мы решили исследовать скандиевый катод на предмет особенностей проявления в нем эффекта Пельтье.

Исследуемые макеты состояли из диодов $D1$, $D2$ и $D3$, снабженных Sc катодом диаметром 1,7 мм, анода с охлаждением, гетерно-ионного насоса и ЛМ-2. Макеты предварительно обрабатывались на откачном посту с обезгаживанием под печью в течении 3ч., обезгаживанием катода до 1150°C , обезгаживанием анода до 30Вт.

Для измерения эмиссионной способности Sc катода согласно существующей на предприятии методике перед испытаниями снимались некокальные характеристики тока катода при разных плотностях тока, начиная с наименьшей ($i_p=1 \text{ A/cm}^2$) рабочей (высокой) плотности тока.

Далее проводилось пирометрирование. Результаты пирометрирования макетов $D1$, $D2$, $D3$ представлены на рисунке 1.

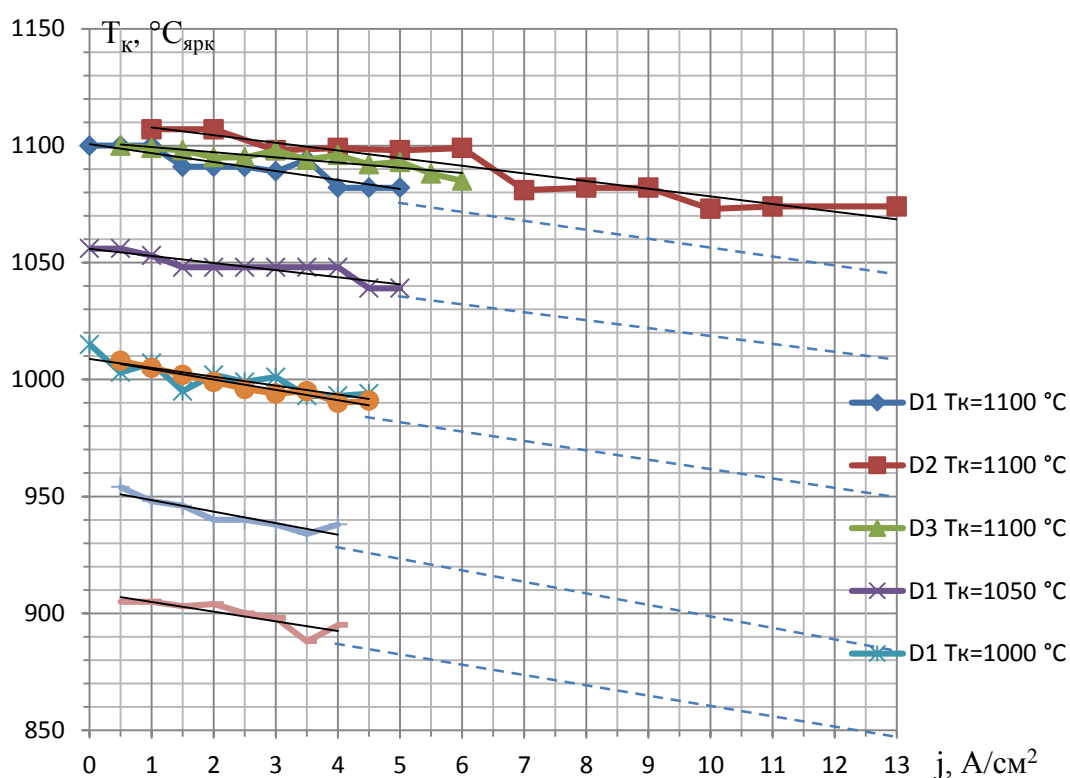


Рисунок 1.

Из графика видно, что при отборе тока в 5 A/cm^2 происходит падение температуры катода в среднем на 15°C . Если продолжить аппроксимационную прямую в область больших плотностей тока, то спад по температуре будет весьма значительный и составлять $30\text{-}50^{\circ}\text{C}$ и будет превышать предел погрешности измерений на малых плотностях. Следовательно, является целесообразным дальнейшее исследование Sc катодов для определения поправки на эффект Пельтье в области высоких эмиссионных токов свыше 50 A/cm^2 .

Библиографический список

1. Грабовский Р.И. Курс физики. Высшая школа, М. -1970, 595с.
2. Физические основы электровакуумной техники. Т.А. Ворончев, В.Д. Соболев. Высшая школа, М., 1967, 348с.
3. Физический энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия. Главный редактор А. М. Прохоров. 1983.