

ЦИРКОНИЕВЫЕ ЛАМПЫ

На страницах нашего журнала уже освещался вопрос об уникальных свойствах нового точечного источника света — лампы с концентрированной дугой (см реферат Г. Н. Рохлина¹). Основной рабочей частью этой лампы является специальным образом обработанный циркониевый катод. Он представляет собой танталовый стаканчик, в котором помещён штабик из прессованной окиси циркония. В нескольких десятых миллиметра от него находится молибденовая пластинка, играющая роль анода. В центре её, коаксиально катоду, вырезано круглое отверстие, служащее окном для выхода пучка света, излучаемого лампой. При наложении на электроды лампы напряжения в 1000—2000 вольт зажигается разряд между анодом и металлическим стаканчиком катода. После того как окись циркония достаточно прогреется и станет электропроводящей, дуга перемещается со стенок стаканчика на обращенную к аноду поверхность оксида.

Окись циркония расплавляется и под действием высокой температуры и ионной бомбардировки частично восстанавливается. На поверхности катода образуется светящаяся плёнка металлического циркония.

Через отверстие в аноде проходит тонкий луч света, опирающийся на чрезвычайно малое круглое катодное пятно, диаметр которого у некоторых ламп достигает 0,085 мм. При этом лампа имеет яркость от 4000 до 10 000 стильбов, что в несколько раз превышает яркость мощных ламп накаливания и лишь немногим уступает яркости угольных дуг с простыми углями.

В последнее время в печати появился ряд статей, в которых сообщается о некоторых особенностях циркониевых ламп, не нашедших отражения в первой работе Бэкингема и Дейберта². Среди них, прежде всего, следует назвать статью Хоксфорда и Платт³. Эта статья обращает внимание на следующее обстоятельство. Циркониевая лампа, как уже было указано, обладает большой яркостью. Так, например, яркость 100-ваттной лампы равна примерно 6000 стильбов. Такая яркость соответствует излучению абсолютно черного тела при температуре 3200° К. Предположив, что излучение лампы является тепловым излучением, приходим к выводу, что плёнка циркония должна иметь температуру, не меньшую чем 3200° К.

Однако, по положению максимума кривой излучения 100-ваттной лампы, авторы заключают, что температура равна 2800° К. В связи с этим приходится констатировать, что наряду с тепловым излучением в лампе происходит излучение какого-то иного рода, которое и обеспечивает столь большую яркость.

Вторым обстоятельством, на которое обратили внимание Хоксфорд и Платт, является то, что циркониевая лампа хорошо модулируется по амплитуде, фазе и частоте. Это также подтверждает, что для неё характерно не одно лишь тепловое излучение.

Подробное исследование этого вопроса с помощью модуляционных характеристик позволяет судить и о доле, которую составляет тепловое излучение в общем излучении лампы. Так, рассматривая постоянные затухания модулированного света, Хоксфорд и Платт пришли к выводу, что в инфракрасной области 10% светового потока затухают мгновенно ($\tau < 10^{-5}$ сек.), 60% — значительно более медленно ($\tau = 5 \cdot 10^{-4}$) и 20% — в течение большого промежутка времени. Эта последняя часть чувствительна лишь к длительным изменениям среднего тока. Она имеет происхождением тепловое излучение и соответствует температуре 2800° К, ибо имеет значительно более длинноволновый максимум, нежели две другие части.

Первая часть с постоянной затухания, меньшей чем 10^{-5} сек., порождается излучением газов и паров в дуге. Наконец, средняя часть, по мнению Хоксфорда и Платта, не характерна ни для излучения газов и паров в дуге, ни для теплового излучения, и вопрос о ее происхождении остается открытым.

Как первая, так и вторая части, имея коротковолновый максимум, соответствует температуре 3200° К.

То обстоятельство, что циркониевая лампа хорошо модулируется, может быть использовано для применения её в системе связи световым лучом, о чём подробно изложено в работе Бэкингема, Дейберта и Моргенштерна⁴.

Чрезвычайно благоприятным фактором для такого применения является то, что интенсивность модулированного излучения циркониевой лампы оказалась максимальной в инфракрасной области. Длинные волны имеют ряд преимуществ при организации связи световым лучом, ибо, во-первых, ряд фотоэлементов обладает большой чувствительностью в этом диапазоне, что необходимо для хорошей работы приемного устройства, во-вторых, это — невидимая часть спектра, что удобно для достижения секретности передачи; в-третьих, в случае тумана затухание длинноволнового излучения значительно меньше затухания коротковолнового излучения.

Теоретически наибольшая интенсивность луча получится при максимальной яркости, т. е. в случаях ламп малых мощностей. Однако чрезвычайно малый диаметр катодного пятна двухваттной лампы, обладающей максимальной мощностью, требует применения линз высокого класса точности. Ввиду трудности получения таких линз целесообразней использовать лампы средней мощности, которые при оптике среднего качества могут дать более интенсивный луч, чем маломощные лампы с той же оптикой. Даже лампы большой мощности дают очень узкий луч. Так, луч 100-ваттной лампы на расстоянии 1,5 км имеет диаметр, равный 8 м. Менее мощные лампы дают ещё более узкие лучи.

При этом условии для связи на далёких расстояниях требуется точная фокусировка и прочное крепление источника и приёмника. В переносных установках могут использоваться лишь лампы большой мощности. Модуляционные характеристики ламп малой мощности превосходят модуляционные характеристики более мощных ламп. Так, например, коэффициент модуляции 100-ваттной лампы вдвое меньше коэффициента модуляции двухваттной.

Конкретным примером применения циркониевых ламп для связи световым лучом может служить линия связи, работающая в Манхетене с апреля 1943 г.

Передачик в этой линии состоял из 10-ваттной лампы, фокусируемой параболическим зеркалом 15 см в диаметре с равным ему фокусным расстоянием. Он давал луч, который на расстоянии 1200 м имел диаметр, равный 3 м. Приёмник состоял из слоёной линзы Френеля диаметром 45 см, фокусирующей принятый световой поток на цезиевый фотоэлемент. Эта система работала со скоростью 65 слов в минуту в одну сторону. Узкий луч делал излишним отфильтровывание инфракрасных волн для обеспечения секретности передачи — она и без того имела место. При идеальных условиях — абсолютно ясной погоде — система может работать на расстоянии в 50 км.

Ни солнце, ни облака не оказывают заметного влияния на интенсивность луча. Однако дождь и туман вдвое ухудшают передачу, а густой туман и снегопад вовсе прекращают связь.

В заключение следует отметить, что установка, проработав 3½ года, имела всего лишь около 30% рабочего времени, потерянного по вине светотехнической части оборудования.

В. В. Фёдоров

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рохлин Г. Н., УФН, 31, 1 (1947).
2. Buckinham and Deibert, JOSA (Май, 1946).
3. Huxford and Platt, JOSA, 37, 1, (1947).
4. Buckinham, Deibert and Morgenstern, El. Eng. 66, 10 (1947).