

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ МАЛОГАБАРИТНОГО БЕТАТРОНА

Ю. Н. ЗЕЛЕНОВ, И. П. ОКС, В. С. ПУШИН, В. Л. ЧАХЛОВ

(Представлена научным семинаром сектора ПМБ)

В процессе изготовления отпаянных ускорительных камер для малогабаритных бетатронов имеются значительные трудности, связанные с высокой точностью монтажа электродов инжектора и установкой его в объем камеры.

В известных конструкциях отпаянных камер для малогабаритных бетатронов [1] сравнительно низкая электрическая прочность инжекторного узла (не более 30 кВ) определяется в основном электрической прочностью ножки. В этих конструкциях вывод анода сделан непосредственно в области инжекторной патрубке, и повышение электрической прочности возможно за счет увеличения габаритных размеров ножки инжектора. Однако в малогабаритных бетатронах ввиду ограниченных размеров места для расположения инжекторной ножки такой путь повышения электрической прочности непригоден. Кроме того, индукционный способ сварки ее с баллоном не обеспечивает требуемой точности установки инжектора и приводит к необратимому окислению танталовых электродов.

Для устранения перечисленных недостатков была разработана новая конструкция отпаянной ускорительной камеры бетатрона, которая позволила без увеличения габаритов ножки повысить напряжение инжекции и уменьшить общее количество спаев металла со стеклом.

Общий вид камеры представлен на рис. 1 и 2. Она состоит из инжекторного узла, геттерного узла и баллона. Инжекторный узел содержит ножку 1, инжектор 3 и пружинящие контакты 4, приваренные к анодным траверсам 5. В месте касания пружинящих контактов по внутреннему

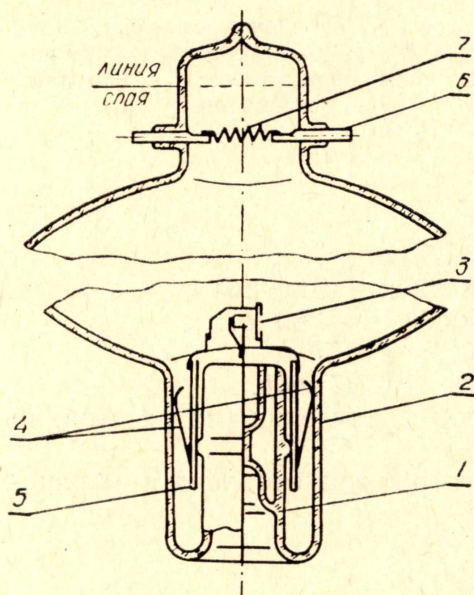


Рис. 1. Конструкции инжекторного и геттерного узлов: 1 — ножка, 2 — патрубок камеры, 3 — инжектор, 4 — пружинящие контакты, 5 — анодные траверсы, 6 — геттерный вывод, 7 — титановая лента.

кольцу патрубка 2 и в области одного из геттерных выводов 6 на проводящее покрытие вожжен слой серебра, обеспечивающий надежный электрический контакт между выводом геттера, проводящим покрытием и анодом инжектора. Объединение выводов анода и проводящего покрытия внутри камеры позволило устранить из области инжекторной ножки вывод анода, находящийся под нулевым потенциалом, и тем самым упростить ее конструкцию и повысить электрическую прочность.

Для установки инжектора в камеру и сварки ножки с баллоном было применено устройство, схематически изображенное на рис. 3. Необходимое положение инжектора обеспечивается специальным шаблоном 7, однозначно фиксированным относительно установочного зажима 5. Инжекторная ножка 9 зажимается катодными выводами в механизме перемещения 10 и при помощи его устанавливается так, чтобы анодная коробка 8 совпала с посадочным местом шаблона. Затем шаблон убирается, и на его месте закрепляется баллон 4. Для этого установочный зажим по направляющим 2 устройства отводится вниз и после установки баллона возвращается в первоначальное положение. Таким образом, юстировка инжектора производится не относительно патрубка камеры, а относительно шаблона установочного зажима, положение баллона в котором соответствует положению камеры в межполюсном пространстве бетатрона.

Сварка ножки с патрубком баллона производится без их предварительного разогрева при помощи ручной горелки. Температура в области инжектора в процессе заварки, как показали измерения, не превышает 80°C , и это не приводит к окислению поверхности электродов. Симметричные конструкции инжекторной ножки и патрубка и сравнительно большое расстояние между швом и баллоном не приводят в процессе сварки к возникновению опасных напряжений в стекле, что позволило устранить последующий отжиг камеры.

Для улучшения качества и повышения производительности заварки возможно применение вертикально-заварочного станка, что особенно важно при серийном изготовлении камер.

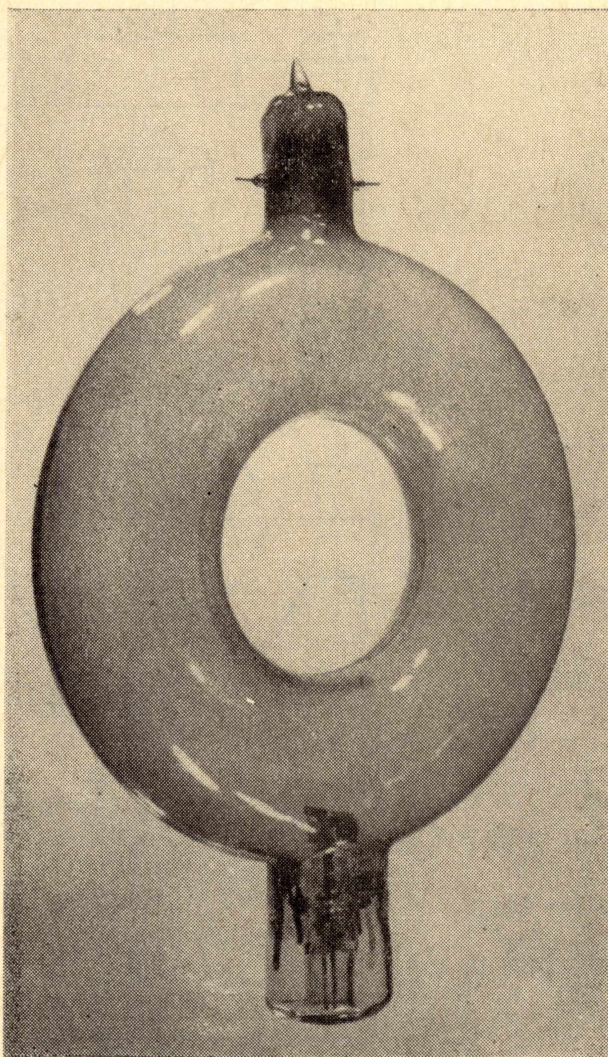


Рис. 2. Отпаянная камера.

При изготовлении серии отпаянных камер особое внимание уделялось идентичности электронно-оптических характеристик инжектора. Предварительные исследования показали, что инжектор, формирующий поток электронов с углом расходимости $\gamma = 20 \div 30^\circ$, менее критичен к точности его установки в камеру по сравнению с инжектором, формирующим почти параллельный поток. Оптимальное взаиморасположение

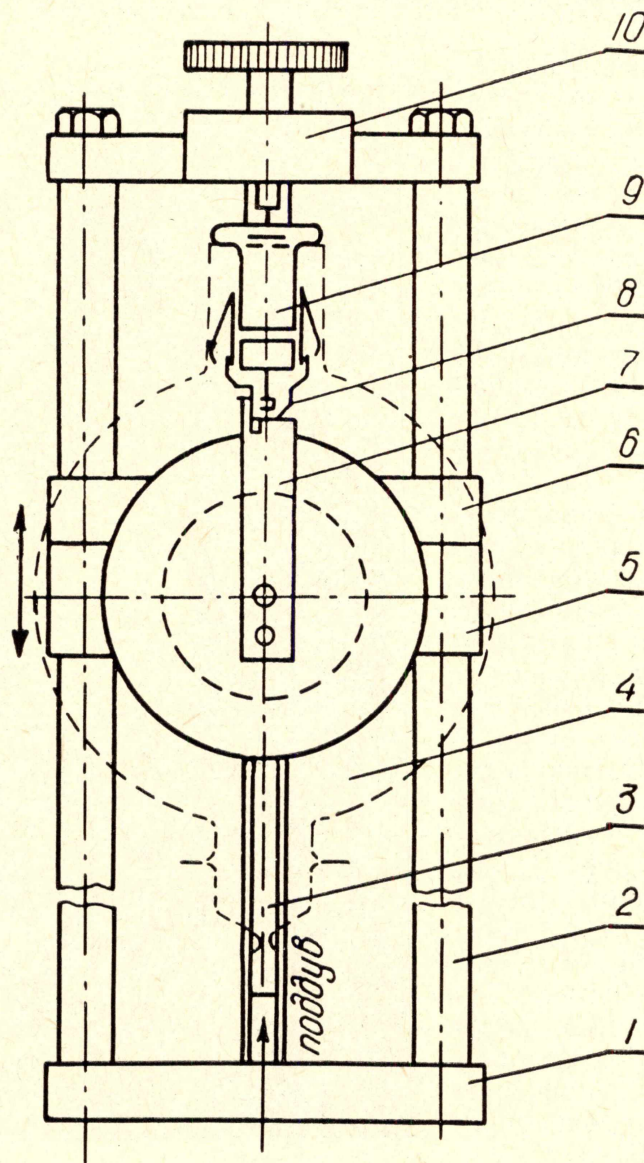


Рис. 3. Схема устройства для установки и заварки инжекторной ножки: 1 — основание, 2 — направляющая стойка, 3 — винт перемещения зажима, 4 — баллон, 5 — установочный зажим, 6 — фиксирующий упор, 7 — шаблон, 8 — анод инжектора, 9 — ножка, 10 — механизм перемещения ножки.

электродов инжектора представлено на рис. 4. Для обеспечения требуемой геометрии монтаж электродов производился при помощи специальных оправок. Снятие механических напряжений в керне катода производилось трехкратным отжигом в вакууме при температуре 2000°C . После каждого отжига корректировалось положение керна катода относительно фокусирующего электрода. В качестве эмис-

сионного слоя использовался порошок LaB_6 , нанесенный на керн методом катафореза. Для упрощения изготовления и монтажа анод выполнен без боковых стенок.

С целью упрощения геттерного узла вывод проводящего покрытия был объединен с одним из выводов прямонакального геттера. В качестве газопоглотителя применена титановая фольга размерами $0,1 \times 2 \times 20$ мм. Однако из практики эксплуатации отпаянных камер выяснилось, что возможно применение разовых геттеров типа «ВаTi», используемых, например, в электронно-лучевых трубках.

По описанной технологии было изготовлено 15 отпаянных камер. При их проверке на серийном бетатроне типа ПМБ-6, напряжение инжекции в котором не превышает 30 кВ, интенсивность γ -излучения составила 19—24 р/час, что несколько выше номинального паспортного значения бетатрона. Стендовые испытания показали увеличение электрической прочности инжекторной ножки до $45 \div 50$ кВ. Известно, что повышение напряжения инжекции в бетатронах при прочих равных условиях приводит к пропорциональному увеличению интенсивности излучения. Поэтому использование разработанной конструкции ускорительной камеры позволит значительно улучшить эффективность серийных бетатронов, а относительно высокая стабильность полученных результатов по интенсивности, обусловленная в основном идентичностью параметров инжекторов, упростит их настройку. Кроме того, сокращение вдвое спаев металла со стеклом резко уменьшило брак в процессе изготовления камер и упростило ряд технологических операций.

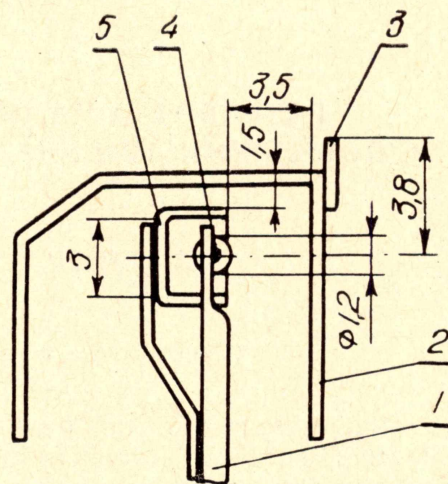


Рис. 4. Схема инжектора Керста: 1 — траверза катода, 2 — анод, 3 — мишень, 4 — катод, 5 — фокусирующий электрод.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Лебединский. Технология электровакуумного производства. М., Госэнергоиздат, 1961.
2. Л. М. Ананьев, Л. А. Левшук, Д. И. Проскуровский, В. Л. Чахлов. Труды IV Межвузовской конференции по электронным ускорителям. М., «Высшая школа», 1964.
3. Л. М. Ананьев, А. А. Воробьев, В. Н. Горбунов. Индукционные ускорители электронов — бетатроны. М., Атомиздат, 1961.