

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМАГНИТА КОМПАКТНОГО СИЛЬНОТОЧНОГО БЕТАТРОНА

В. А. МОСКАЛЕВ, В. Л. НИКОЛАЕВ, Г. И. СЕРГЕЕВ

(Представлена научным семинаром сектора разработки
ускорителей на малые и средние энергии НИИ ЯФЭА)

В настоящее время широко известные Ш-образные конструкции сильноточных бетатронов, обладающие высокой интенсивностью излучения, требуют дальнейшей доработки с целью уменьшения веса и размеров установки, получения более компактной конструкции, а также с целью уменьшения потерь электронного заряда в процессе ускорения [1].

Исследования, проведенные в Томском политехническом институте, показали, что в сильноточных бетатронах наиболее целесообразно с точки зрения увеличения ускоряемого заряда применение полюсов с профилем, обеспечивающим монотонное возрастание n по радиусу, величина ускоряемого заряда при этом значительно больше (почти на порядок) заряда, ускоряемого в бетатроне с $n(r) \cong \text{const}$ [2].

Перспективной для сильноточных бетатронов представляется идея равномерной нагрузки стали магнитопровода бетатрона.

В связи с этим была разработана конструкция электромагнита, учитывающая все вышесказанное и позволившая уменьшить вес сильноточного бетатрона до 40% от первоначального.

На рис. 1 дано поперечное сечение установки. Электромагнит состоит из двух симметричных шестистоечных половин, центральной части, возбуждающей и намагничивающей обмоток, системы охлаждения.

Профилированная часть полюса, ярма и стойки набраны из цельноштампованных листов трансформаторной стали Э-330 толщиной 0,35 мм, расположенных параллельно. Центральная часть полюса собирается из радиально расположенных пластин. В разработанной конструкции электромагнита бетатрона предусмотрена возможность применения нового электротехнического материала с более высокой индукцией насыщения типа «пермендюр», что позволяет увеличить энергию бетатрона на 30%.

Учитывая высокую стоимость сплава (30—40 руб./кг), данный сплав был применен в конструкции магнитопровода только в центральной части полюсов. Вопрос применения сплава решается конкретно для каждой конструкции магнитопровода, так как технология изготовления сердечников из этого сплава очень отличается от принятой технологии для кремнистых сталей, т. е. простая замена материала сердечника может не только не дать положительного эффекта, но и значительно ухудшить прежние электротехнические параметры электромагнита бетатрона [3, 4, 5].

Сконструированное крепление центральной части исключает деформацию пластин центральной части, что позволяет сохранить магнитные свойства сплава и обеспечивает регулировку центрального воздушного зазора между полюсным пространством и тем самым облегчает настройку электромагнита бетатрона.

Пустоты в полюсах электромагнита могут быть полезно использованы для размещения вентилятора и электронных схем управления.

Возможно применение вакуумной камеры как отпаянной, так и с непрерывной откачкой [6].

В статье использованы материалы, полученные при изготовлении 9 Мэв модели 25 Мэв сильноточного бетатрона.

Основные параметры 9 Мэв модели бетатрона

1. Максимальная энергия ускоренных электронов — 9 Мэв.

2. Радиус равновесной орбиты — 6,0 см.

3. Максимальная плотность магнитного потока на равновесной орбите — 5230 гс.

4. Логарифмический градиент магнитного поля — 0,6

5. Вес электромагнита — 140 кг.

6. Габариты электромагнита —
высота — 29,6 см.
диаметр — 47,7 см.

7. Мощность питания установки — 5,25 квт.

8. Частота тока, питающего обмотки электромагнита — 50 гц.

9. Напряжение на первичной обмотке — 380 в.

10. Напряжение на вторичной обмотке — 3150 в.

11. Емкость конденсаторной батареи — 27,7 мкф.

12. Расчетная мощность дозы тормозного излучения (на расстоянии 1 м от мишени — 4,8 р/мин.

В настоящее время 9 Мэв модель бетатрона изготовлена и запущена в эксплуатацию.

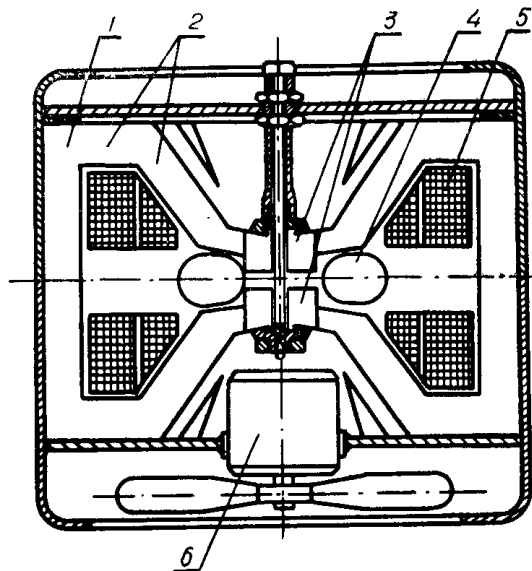


Рис. 1. Конструкция электромагнита: 1 — стойка; 2 — ярмо; 3 — центральная часть полюса; 4 — вакуумная камера; 5 — обмотка; 6 — вентилятор.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Воробьев, В. А. Москалев. Сильноточный бетатрон и стереобетатрон. М., Атомиздат, 1961.

2. В. Г. Шестаков. Исследование электронов с равновесной орбиты в сильноточных бетатронах. Канд. диссертация. ТПИ, Томск, 1969.

3. Г. Рейнбот. Технология и применение магнитных материалов. ГЭИ, М.-Л., 1963.

4. И. Гусев. Магнитные материалы. М., 1961.

5. А. А. Преображенский. Магнитные материалы. М., «Вышая школа», 1965.

6. Л. М. Ананьев, А. В. Воробьев, В. И. Горбунов. Индукционный ускоритель электронов-бетатрон. М., Госатомиздат, 1961, стр. 98.