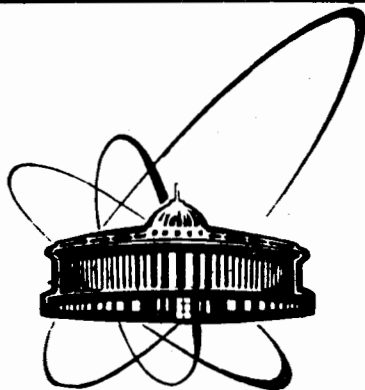


90-186



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Б 262

P8-90-186

В. Д. Бартенев

ПРИНУДИТЕЛЬНО ОХЛАЖДАЕМЫЕ
2,5 КА ТОКОВОДЫ ДЛЯ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ
СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАГНИТОВ НУКЛОТРОНА

Направлено в Оргкомитет X Конференции по технике
низких температур "Криогеника-90", май 1990 г., СССР

1990

1. Введение

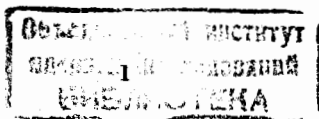
Токовводы для циркуляционных шестипольсных линз нуклотрона должны отвечать следующим требованиям:

1. Номинальный ток (постоянный режим) - 2,5 кА.
2. Удельный теплоприток в рабочую зону - 1 Вт.кА^{-1} .
3. Электрическая прочность (в том числе в аварийной ситуации с порчей гелием изоляционного вакуума ускорителя) - 2,5 кВ.
4. Гидравлическое сопротивление - 10 кПа.
5. Вакуумная плотность во всех режимах.
6. Допустимое внутреннее давление - 2,5 МПа.
7. Малые габариты, простота конструкции и технологии изготовления, надежность в эксплуатации.

Следует отметить, что обычное требование термостойкости в случае прекращения подачи гелия для токовводов нуклотрона не является обязательным. Слабым местом токовой цепи является трубчатый сверхпроводник, переходящий при этом в нормальное состояние и нагревающийся гораздо быстрее токоввода. В настоящее время созданы и исследованы токовводы на 2,5 кА, в значительной степени отвечающие перечисленным требованиям.

2. Конструкция токовводов

Токоведущие элементы токовводов (рис.1) состоят из медной трубки 1, имеющей сечение сверху 75 мм^2 , внизу 30 мм^2 и длину 500 мм, и трех сплюснутых медных оплеток 2, припаянных или прикрепленных к ней теплопроводным клеем. Токоведущий элемент



помещен в тонкостенную трубу 3 из нержавеющей стали. Электрические изоляторы 4, 5, 6, 7 выполнены из капролона. Некоторые токовводы были шунтированы сверхпроводником на длине 250 мм. Сверхпроводник припаян к медным концевикам токовводов припоем ПОС-40 на длине 100 мм. В токовводах на номинальный ток 6 кА оплетки 2 к токоведущей трубке 1 припаявались припоем ПОС-40 и в другом случае приваривались аргонодуговой сваркой.

3. Методика испытаний

Токовводы испытаны на установке (рис. 2), обеспечивающей условия, близкие к рабочим в нуклотроне. Промежуточный сосуд емкостью 10 л сепарирует гелий и предотвращает колебания потока в токовводах. Изоляционный вакуум в криостате 10^{-3} - 10^{-4} Па. Погрешность измерения расхода газа через ротаметры $\sim 3\%$. Термометры T_1 - T_4 установлены на внешней стороне концевиков в вакуумном криостате, T_5 - в воздухе. В качестве термометров применены резисторы типа ТВО с номиналом 1 кОм, отградуированные в диапазоне температур $4,2 \div 300$ К с точностью $\sim 0,2\%$ /1/. Оплетки к токоведущим трубкам и термодатчики к токовводам приклеивались теплопроводным клеем. Состав клея: водный раствор силиката натрия 50% объемных и порошок окиси кремния 50% объемных. Стабильными без тока считались условия, когда $T_1 = T_3 = 4,5$ К в течение длительного времени при минимальном расходе газа. Контролировалась разность потенциалов на всей длине токовводов и на спаях сверхпроводника с концевиками.

4. Результаты испытаний

Теплоприток в рабочую зону без тока при $T_1 = T_3 = 4,5$ К составил 1 Вт. Удельный теплоприток в рабочую зону при токе 2,5 кА составил 1 Вт.кА⁻¹ и он практически не зависит от шунтирования токовводов сверхпроводником. Удельный теплоприток также не зависит от длины токоввода, измерения проведены при длине токоведущего элемента 750 мм и 500 мм, $T_5 = 270$ К.

В токовводах на номинальный ток 6 кА с оплетками, припаянными ПОС-40, удельный теплоприток при токе 4 кА составил $\sim 1,3$ Вт.кА⁻¹, при токе 5 кА $\sim 1,6$ Вт.кА⁻¹. С оплетками, приваренными аргонодуговой сваркой к токоведущей трубке, удельный теплоприток при токе 5 кА составил $\sim 1,3$ Вт.кА⁻¹. При повторном испытании не получена рабочая температура на токовводах. Полная разборка

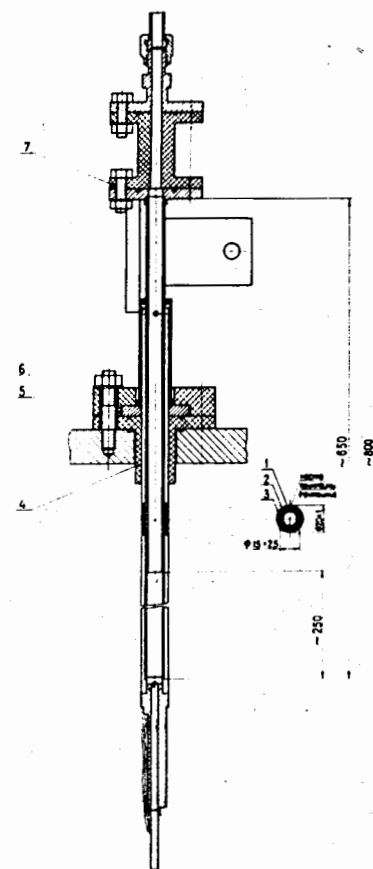


Рис. 1. Токоведущие элементы токовводов:

- 1 - медная трубка,
- 2 - медная оплетка,
- 3 - нержавеющая трубка,
- 4-7 - изоляторы.

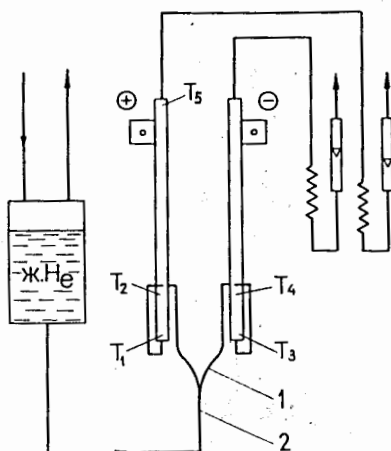


Рис.2. Установка для испытания тоководов:

- 1 - сверхпроводник,
- 2 - спай сверхпроводников,
- $T_1 \div T_5$ - термометры.

показала, что оплетки "прилипли" к токоведущей трубе, образовав большие зазоры для прохода охлаждающего газа.

5. Заключение

Испытания показали, что тоководы такой конструкции на номинальный ток до 3 кА, надежны в работе и в достаточной степени отвечают рассматриваемым выше требованиям.

Литература

1. В.И. Дацков, Препринт ОИЯИ 8-83-717, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 марта 1990 года.