



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

2694/2-81

1/6-81

P9-81-115

И.Н.Гончаров, В.М.Дробин

УСТАНОВКА С МАГНИТОМ НА 8,4 Т  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПРИ ГЕЛИЕВЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ  
НА ПУЧКАХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Направлено на VII Всесоюзное совещание  
по ускорителям заряженных частиц,  
Дубна, октябрь 1980 года

1981

Описываемый криогенный стенд включает в себя юстировочное устройство /см.рис.1а/ для точной установки и перемещения криостата, а также связанной с ним аппаратуры, относительно пучка частиц, выведенного из ускорителя. Платформа 4 с направляющими 3 и опорными 6 роликами может двигаться по трубам 1, закрепленным на швеллерах 7, в результате вращения длинного винта относительно гайки, которая жестко связана с платформой. Гелиевый криостат 5 крепится на поворотном круге 2. Первоначальная установка криостата по высоте осуществляется с помощью четырех опорных болтов с гайками, на которых покоятся швеллеры. Указанный выше винт может вращаться либо вручную, либо электродвигателем 11, имеющим дистанционное управление. Контроль за перемещением криостата производится с помощью реохорда 9. Точность установки не хуже 0,5 мм при общей длине 400 мм.

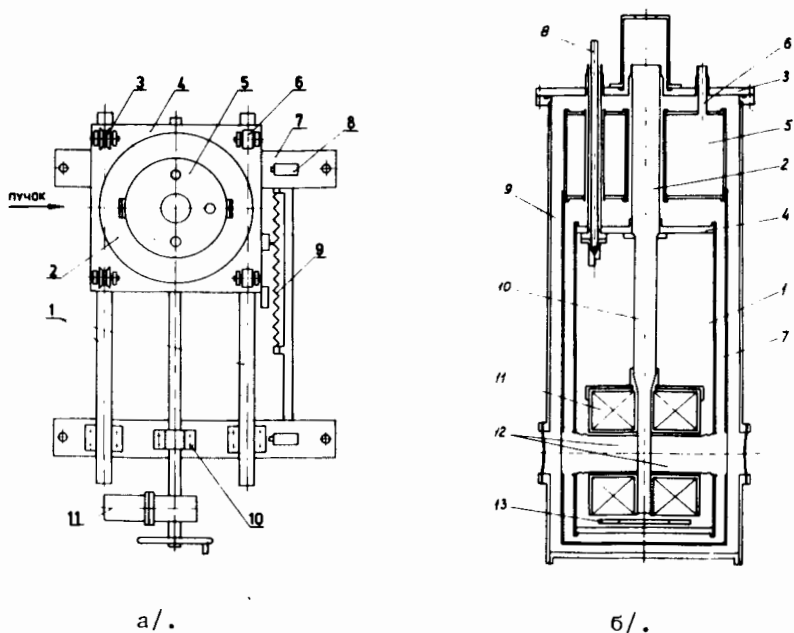


Рис.1. Юстировочное устройство /а/ и криостат /б/.

Центральной частью криогенного стенда является криостат со сверхпроводящим соленоидом СПС /рис.16/, созданный совместно с Институтом атомной энергии им.И.В.Курчатова на базе разработанных там типовых установок<sup>1/</sup>. Как и большинство из них, криостат снабжен вынимаемыми тоководами 8 к соленоиду 11,



проходящими через азотный бак 5, и резистивным шунтом из нержавеющей стали сопротивлением 0,54 Ом, который включен между тоководами и расположен под верхней крышкой гелиевого бака 1 /чтобы при переходе соленоида в нормальное состояние не выкипал гелий за счет выделяющейся в шунте энергии/. Испаряемость гелия из криостата с введенными тоководами - порядка 250 норм.л газа/час.

В гелиевом баке  $\varnothing$  280 мм на центральной трубе / $\varnothing$  46 мм вверху и  $\varnothing$  42 мм внизу/ подвешен СПС с  $\varnothing_{\text{внутр.}}=40$  мм,  $\varnothing_{\text{нар.}}=181$  мм и длиной 175 мм, ось которого направлена горизонтально. Симметричные катушки 3 /см. рис.2а/ раздвинуты так, чтобы оказалось возможным сделать каналы: вертикальный 1 размером  $30 \times 12$  мм<sup>2</sup> и горизонтальный размером  $25 \times 12$  мм<sup>2</sup>. Конструкция СПС позволяет раздвигать катушки на любое расстояние, превышающее 12 мм. В последний канал с двух сторон вставлены бруски 9 из нержавеющей стали, в которых профрезерованы углубления для размещения датчиков магнитного поля 8. Соленоид снабжен сверхпроводящим ключом для работы в короткозамкнутом режиме. Это позволяет поддерживать постоянное поле с точностью не хуже 0,01% в течение суток. При 4,2 К получено максимальное поле 8,4 Т, критический ток 142 А. На рис.2б приведено пространственное распределение магнитного поля в центре соленоида, рассчитанное на ЭВМ. В цилиндрической области  $\varnothing$  15 мм и длиной 10 мм в направлении оси поле однородно с точностью не хуже 0,2%.

Чтобы уменьшить количество вещества на пути пучка, проходящего вдоль оси СПС, после подвески соленоида с двух сторон вставлены стаканы 6 из нержавеющей стали с  $\varnothing_{\text{внутр.}}=39$  мм и донышками 5 толщиной 0,3 мм /см. также рис.16, поз.12/. Они сварены в обечайку 7 гелиевого бака. На время проведения некоторых исследований, когда не требуется пропускать пучок в осевом направлении, в эти стаканы могут быть вставлены полюса-концентраторы из диспрозия. Чтобы не выдавить донышки стаканов /за счет магнитных сил сжатия/, полюса опираются через кольца 4 на бруски 9. С полюсами магнитное поле возрастает до 10 Т. В местах входа и выхода пучка в криостате сделаны окна: наружные из тонкого лавсана, а на азотном экране - из медной фольги.

С помощью специального штока в рабочую зону облучения можно последовательно вводить разные образцы и детекторы. Шток рассчитан на пропускание через образцы стационарного тока до 150 А и снабжен низкоомным резистивным шунтом, который включен параллельно образцу и предохраняет его от перегрева при переходе из сверхпроводящего в нормальное состояние. Шунт может быть разомкнут без внимания штока из криостата. С целью локализации места перехода образца во время прохождения пучка

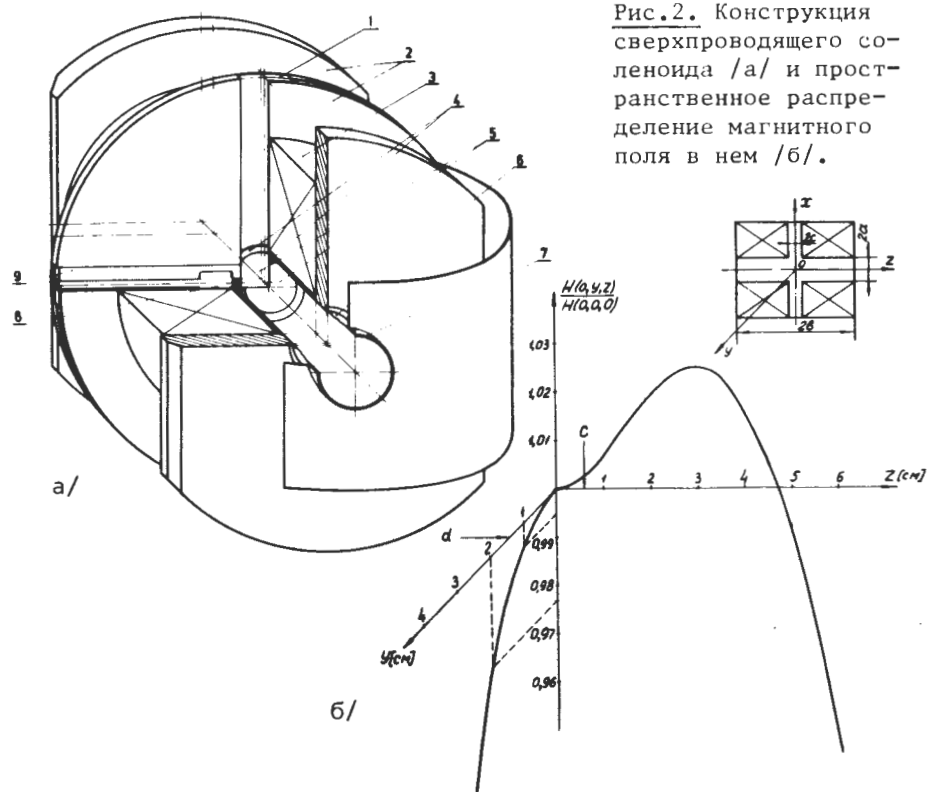


Рис.2. Конструкция сверхпроводящего соленоида /а/ и пространственное распределение магнитного поля в нем /б/.

ка предусмотрены 4 добавочных токоподвода на ток до 30 А каждый, а также подводы к микронагревателям, которые могут быть намотаны на определенные участки образца.

В качестве источников питания соленоида и образца применяются стабилизированные до  $10^{-4}$  источники тока на /200+60/А типа NB-234 с встроенными временными программаторами, которые позволяли менять время линейного нарастания тока от 10 до  $10^4$  с. Источники были модернизированы нами, во-первых, для плавного изменения времени нарастания от 1 до 10 с /т.к. время между импульсами синхрофазотрона около 9 с/, а во-вторых, для автоматического сброса тока после прихода командного импульса на встроенное в источник 5 реле Р<sub>2</sub> /см. рис.3/.

Для измерения допустимого флюенса частиц при заданной подкритичности  $I/I_c / B = \text{const}$  /сверхпроводящих образцов было разработано устройство, схема которого приведена на рис.3. Если под воздействием пучка частиц образец, нагруженный током, переходит в нормальное состояние, то возникающее на потенциальных контактах напряжение через входное устройство 1 посту-

пает на УПТ 2 и запускает триггер 3, который включает временной блок 4 и одновременно реле  $P_1$ . Последнее одной парой своих контактов возвращает триггер в исходное состояние, а замыкание второй пары приводит к срабатыванию реле  $P_2$  и сбросу тока через образец до нуля. Все это происходит за 15 мс. По истечении определенного времени, которое может лежать в пределах от 0 до 30 с, блок 4 обесточивает реле  $P_1$  и, следовательно, реле  $P_2$ . После этого начинает автоматически вводиться ток, который достигает заданного значения в течение установленного на панели источника питания времени. Таким образом, к появлению очередного импульса ускорителя образец и схема оказываются в исходном положении.

Криогенный стенд связан с удаленной от него на 300 м ЭВМ ЕС-1010, которая запоминает величины тока через образец, параметры пучка в каждом импульсе и переходы образца в нормальное состояние.

В заключение отметим, что на описанной установке проведено уже 3 сеанса облучения на ускорителе при интенсивности до  $7 \cdot 10^{11}$  част./имп. и энергиях до 9 ГэВ, причем выявлена высокая надежность ее работы.

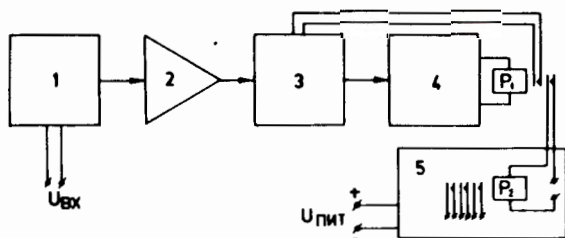


Рис. 3. Схема устройства для управления источником тока образца.

Авторы выражают глубокую признательность всем, кто на том или ином этапе принимал участие в разработке, создании и испытании установки, в особенности О.П.Анашкину, Г.С.Березину, Н.М.Владимировой, Б.Д.Зельдичу, В.Е.Кейлину, А.П.Коростелеву, В.В.Пискалеву, Н.И.Рублеву, В.А.Филатовой, В.Х.Шлейфману.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Anashkin O.P., Keilin V.E., Surin M.I., Shleifman V.Kh., Cryogenics, 1979, v.19, No. 7, p.405.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 февраля 1981 года.