

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



G 345Г1

B-19

26/2-75

9 - 8631

1914/2-75

А.Т.Василенко, Л.Г.Денисова, Б.Е.Корнеев,
В.И.Сидорова, В.М.Сороко

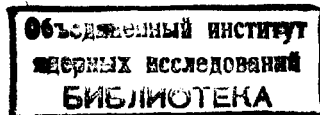
ИЗОХРОННЫЙ ЦИКЛОТРОН У-120М
С РЕГУЛИРУЕМОЙ ЭНЕРГИЕЙ
(конструктивные решения)

1975

9 - 8631

А.Т.Василенко, Л.Г.Денисова, Б.Е.Корнеев,
В.И.Сидорова, В.М.Сороко

ИЗОХРОННЫЙ ЦИКЛОТРОН У-120М
С РЕГУЛИРУЕМОЙ ЭНЕРГИЕЙ
(конструктивные решения)



И. В В Е Д Е Н И Е.

В октябре 1970 года, в Дубне, на рабочем совещании /1/ по изохронному циклотрону У-120М были доложены основные параметры циклотрона и его возможности. Тогда же было принято решение о разработке проекта циклотрона. К 20 декабря 1973 года в конструкторском бюро Лаборатории ядерных проблем были изготовлены рабочие чертежи ускорителя. В работе /2/ сообщалось о некоторых итогах проектирования. Целью настоящего сообщения является расширенное изложение результатов рабочего проектирования по всем узлам и системам циклотрона.

Изохронный циклотрон (см. рис. 1 и 2) с регулируемой энергией разработан на базе стандартного циклотрона У-120. При этом основной электромагнит не подвергнут модернизации. Высоко-частотная система с элементами магнитной системы, формирующими необходимый закон изменения магнитного поля по радиальной и азимутальной координатам, спроектированы заново. Заново разработаны система вывода, система питания корректирующих обмоток и система вакуумного обеспечения ускорителя.

II. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИКЛОТРОНА.

1. Типы рабочих частиц: протоны, дейтроны, альфа-частицы, ядра-гелия-3.
2. Диапазон изменения энергии для соответствующего типа частиц следующий: 13-39,8; 8,7-20; 17,4-40; 17-50 Мэв.
3. Ток в пучке - около 50 мкА.
4. Частота вертикальных колебаний $0,05 < Q_z < 0,47$.
5. Частота радиальных колебаний $1 < Q_r < 1,04$.

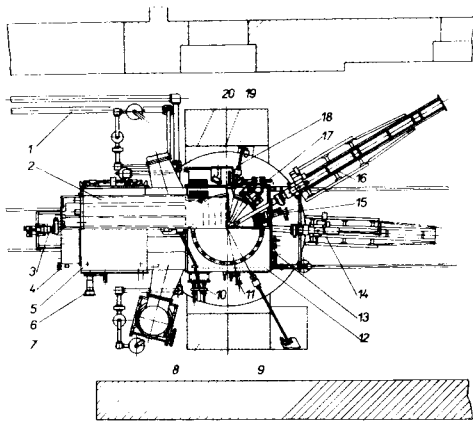


Рис.1. План ускорителя в здании ОИЯИ.

1-форвакуумная линия, 2-средний электрод резонансной линии, 3-пробник № 1, 4-электропривод на пуллер, 5-резонатор, 6-фидер, 7-высоковакуумный агрегат, 8-электромагнит, 9-пробник № 2, 10-триммер правый, 11-возбудитель, 12-ускорительная камера, 13-дефлектор I, 14-ионный источник, 15-дефлектор II с компенсатором, 16-пробник № 3, 17-дефлектор III, 18-пробник № 4, 19-датчик положения выведенного пучка, 20-выпускное окно.

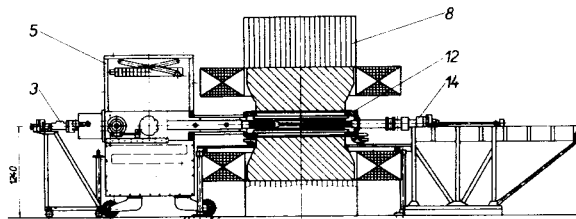


Рис.2. Вертикальный разрез ускорителя.

3-пробник № 1, 5-резонатор, 8-электромагнит, 12-ускорительная камера, 14-ионный источник.

6. Структура магнитного поля $N=4$.
7. Диапазон изменения магнитного поля $10 \text{ кгс} \pm 18 \text{ кгс}$.
8. Максимальная амплитуда четвертой гармоники магнитного поля 2800 гс .
9. Диапазон изменения частоты ВЧ генератора $9-27 \text{ Мгц}$.
10. Максимальное ускоряющее напряжение 50 кв .
11. Максимальная мощность ВЧ генератора 150 квт .
12. Система вывода - электростатическая трехсекционная с напряжением на электродах 90 кв .
13. Коэффициент вывода пучка $0,5$.
14. Средний эмиттанс выведенного пучка 16 нм рад .
15. Моноэнергетичность пучка $(1-3) \cdot 10^{-3}$.
16. Суммарная мощность системы питания корректирующих обмоток 100 квт .
17. Долговременная стабильность системы питания корректирующих обмоток по току $(3-5) \cdot 10^{-4}$.

II. КОНСТРУКЦИЯ УСКОРИТЕЛЯ.

I. Магнитная система.

Магнитная система /3/ состоит из электромагнита циклотрона У-120 и полюсных дисков 5 (см. рис.3), являющихся заглушками ускорительной камеры 9. На дисках 5, выполненных из стали марки ст.3, смонтированы спиралевидные шиммы 3,4, кольцевая шимма 8, обмотки корректировки среднего магнитного поля 6, гармонические катушки 2. Боковая поверхность центральной части шиммы 3 до радиуса 300 мм очерчена по закону спирали Архимеда. Боковая поверхность шиммы 4 на участке радиусов от 300 мм до 540 мм очерчена цилиндрическими

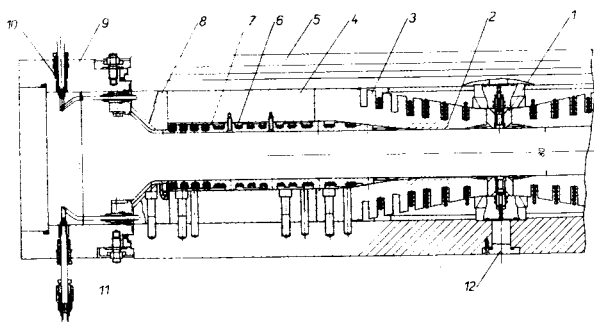


Рис.3. Магнитная система.

1-вставка, 2-гармоническая катушка, 3 и 4-шиммы, 5-полюсной диск, 6-обмотка коррекции среднего магнитного поля, 7-диск, 8-кольцевая шимма, 9-ускорительная камера, 10-втулка, 11-муфта цапговая, 12-заглушка.

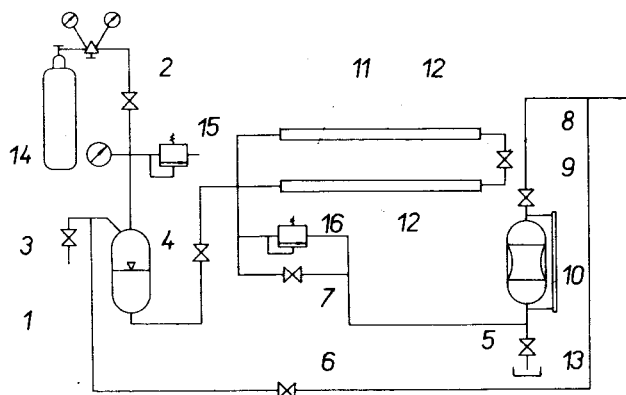


Рис.4. Схема привода гидropодушек.

1-бачок с маслом, 2-9-вентили, 10-контрольный бак, 11-ускорительная камера, 12-полюс электромагнита, 13-противень, 14-баллон со сжатым газом, 15 и 16-предохранительные клапаны.

поверхностями с постоянной кривизной. На данном участке радиусов аксиальная высота шимм постоянна, в то время как на участке радиусов от 0 до 300 мм аксиальная высота их находится в соответствии с законом, заданным таблицей 1. Число витков, максимальный ток через катушку, их местоположение определены таблицей 2.

Шиммы и катушки отсечены от высоковакуумного объема камеры медным диском 7, имеющим герметизацию в соответствующих местах. Пространство между шиммами откачивается до давления $\sim 10^{-2}$ тор. Токвые выводы катушек заизолированы и уплотнены на вакуум полиэтиленовыми втулками. Примененный цапговый разъем в токвых вводах позволяет производить быструю сборку с одновременным обеспечением надежного контакта по току и уплотнения по воде.

Все катушки выполнены из медной трубки $\varnothing 6/4$ с изоляцией стеклолентой толщиной 70 мкм.

Тепловой режим катушек, потери напора на них и расход воды, определенные для максимальных значений токов, приведены в таблице 3.

Соединение катушек по току последовательное, а по воде - параллельное.

В отмеченных таблицах приняты следующие обозначения: R - радиус, $R_{ср}$ - средний радиус катушки, h - расстояние от медианной плоскости межполюсного зазора до средней плоскости катушки, h_1 и h_2 - расстояния от медианной плоскости до внутреннего и внешнего контуров шиммы, J - максимальный ток через катушку.

Таблица 1.

R	h ₁	h ₂	R	h ₁	h ₂
мм	мм	мм	мм	мм	мм
20	46,5	73,0	180	46,0	100,9
30	45,6	73,0	190	47,0	102,8
40	43,8	73,9	200	48,0	104,8
50	41,9	75,7	210	49,0	106,7
60	41,0	77,6	220	50,0	108,3
70	41,0	79,6	230	50,9	109,3
80	41,0	81,5	240	51,9	109,9
90	41,0	83,4	250	52,7	110,0
100	41,0	85,4	260	53,5	110,0
110	41,1	87,3	270	54,2	110,0
120	41,4	89,3	280	54,8	110,0
130	41,9	91,2	290	55,3	110,0
140	42,5	93,1	300	55,7	110,0
150	43,2	95,1	310	56,0	110,0
160	44,1	97,0	540	56,0	110,0
170	45,0	98,9			

Таблица 2.

№ катушки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число витков	5	5	5	4	3	3	3	3	2
R ср мм	55	90	120	145	195	243	277	313	337
J A	300	300	300	600	600	300	300	300	400
h мм	72,8	74,3	75,8	76,6	83,6	49	49	49	49
№ катушки	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Число витков	2	2	2	2	3	4	4	4	4
R ср мм	357	385	405	425	457	479	497	515	533
J A	400	600	600	600	600	600	600	600	600
h мм	49	49	49	49	49	49	49	49	49

Таблица 3.

Номер кат.	Перегрев С°	Расход воды л/мин	Потери напора кг/см ²	Номер кат.	Перегрев С°	Расход воды л/мин	Потери напора кг/см ²
1	10	0,54	0,09	10	20	0,86	0,37
2	10	0,72	0,20	11	20	2,04	1,77
3	10	0,85	0,33	12	20	2,12	1,97
4	10	3,40	3,53	13	20	2,23	2,23
5	10	3,45	3,60	14	40	1,59	1,75
6	20	0,49	0,14	15	40	2,13	3,57
7	20	0,54	0,18	16	40	2,2	3,9
8	20	0,59	0,23	17	40	2,26	4,23
9	20	0,82	0,33	18	50	1,88	3,02

В центре диск 5 имеет отверстие, закрытое заглушкой 12, предусмотренное для устройства аксиальной инъекции.

Взаимная центровка верхнего и нижнего дисков достигается посадкой их в гнезда ускорительной камеры. Стабилизация пространственного положения камеры в межполюсном зазоре электромагнита обеспечивается либо применением калиброванных секторов, уложенных между полюсами и крышками камеры, либо применением специальных гидравлических подушек. Схема с гидроподушками приводится на рис.4. Подкачей жидкости под давлением в подушки достигается компенсация электромагнитных сил, действующих на диск в сторону полюсного наконечника. Электромагнитные силы существенно превышают атмосферную нагрузку на диск даже при самом низком уровне магнитного поля, равном 10000 гс, что явилось основанием для применения отмеченной схемы. Предварительная установка камеры в медианной плоскости межполюсного зазора осуществляется специальными домкратными устройствами на опорных катках камеры с применением ка-

либрованных планок, укрепленных на периферии гидроподушек. Роль отмеченных планок может выполнить наружный пояс подушек.

2. Ускорительная камера.

Ускорительная камера представляет собой прямоугольную коробку, образованную из дюралюминиевых плит, уплотненных между собой резиновым шнуром круглого сечения.

Верхняя и нижняя плиты камеры имеют отверстия с посадочными гнездами для размещения и крепления полюсных дисков.

На боковых стенках камеры укреплены вспомогательные устройства: триммеры, пробники, ионный источник, секции системы вывода, пикап-электроды, дополнительный высоковакуумный агрегат. Все эти устройства спроектированы в виде независимых, функционально законченных агрегатов.

Опорные катки камеры позволяют не только выкатывать, но и фиксировать ее положение в межполюсном зазоре электромагнита.

Со стороны резонатора к ускорительной камере посредством шпилек присоединена промежуточная камера, имеющая патрубки для стыковки с паромасляными высоковакуумными агрегатами. Сочленение промежуточной камеры с резонатором осуществляется специальными профилированными лентами и пальцами (см. рис. 5). Перемещение лент задается винтовыми парами, расположенными со стороны высоковакуумных насосов. Конструкция стыковочного механизма позволяет осуществить переход на дистанционно-управляемый привод стыковочного устройства.

3. Дуант.

Дуант - 180-градусный. Он завершает средний электрод плос-

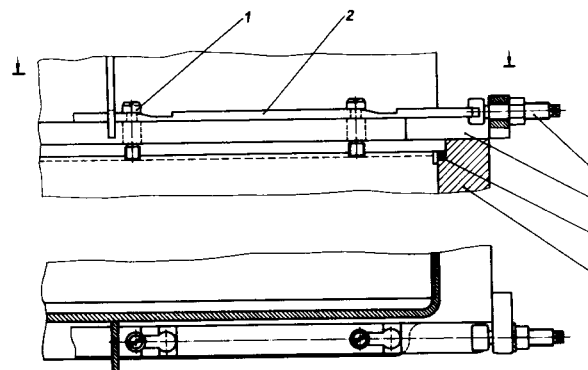


Рис. 5. Стыковка промежуточной камеры с резонатором.
1-шпилька-палец, 2-лента профилированная, 3-винт, 4-фланец промежуточной камеры, 5-уплотнительный шнур, 6-резонатор.

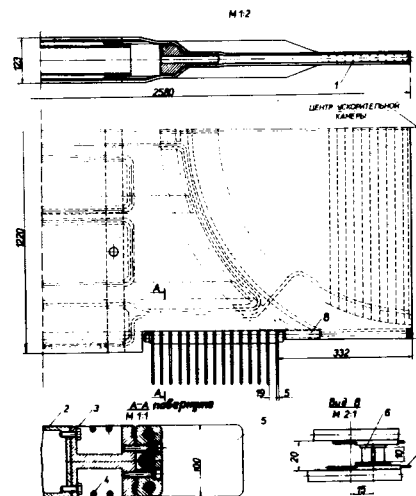


Рис. 6. Дуант.
1-струна, 2-каркас, 3-плакировка, 4-труба для охлаждения плакировки, 5-статорная пластина триммера, 6-пуллер, 7-приводная нить к пуллеру.

кой резонансной линии. На рис.6 показана часть дуанта. Верхняя и нижняя плоскости образованы водоохлаждаемым медным листом толщиной 0,5 мм. Ограничение прогиба листа до допустимой величины 1 мм достигается применением сильно натянутых струн из немагнитной проволоки диаметром 1,2 мм.

Полная высота дуанта за исключением его боковых частей составляет 20 мм, апертура ~16 мм, высота боковых частей - 26 мм.

На расстоянии 332 мм от ускоряющей кромки укреплен статорный пакет триммера.

Триммер - это конденсатор переменной емкости с максимальным значением её, равным $375 \mu\text{F}$. Зазор между статорными и роторными пластинами равен 7 мм. Максимальный ход ротора - 135 мм. Левый триммер со стороны выхода пучка изображен на рис. 7, а правый - на рис. 8. Привод на роторы - электромеханический, дистанционно - управляемый. Синхронность перемещений левого и правого роторов достигается за счет жесткой механической связи их.

На кромке дуанта смонтирован пуллер с дистанционным приводом. Двигатель с редуктором, система отсчета положения пуллера укреплены на защитной камере резонатора. Перемещение пуллера возможно в пределах 15-45 мм, а контакт его с нижним и верхним листами дуанта обеспечен через графитовые вкладыши.

4. Резонатор.

Резонатор /4/ представляет собой прямоугольную коробку, образованную дюралюминиевыми плитами, уплотненными шнуровой резиной. Внутренняя поверхность резонатора обшита листовой медью. Листы охлаждаются водой, которая пропускается через змеевик. Основной функцией резонатора является грубая перестройка собственной частоты высокочастотной системы ускорителя, что достигается перестро-

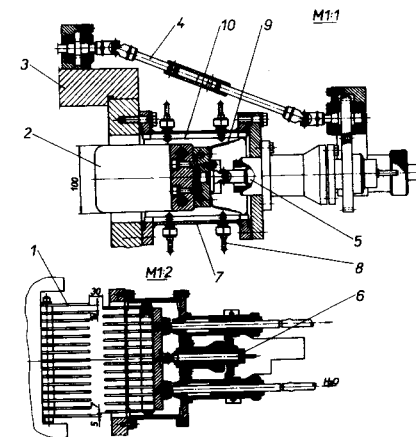
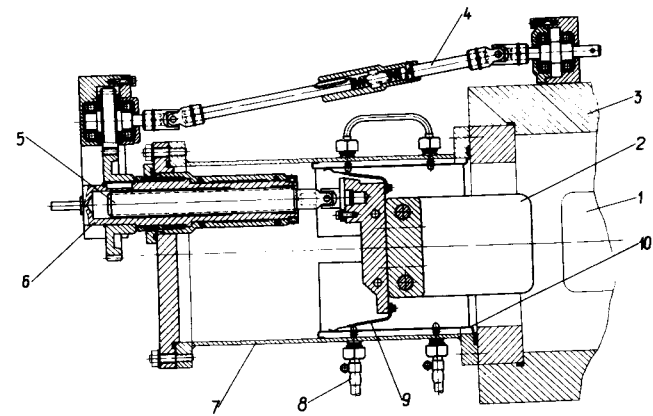


Рис.7 и 8. Триммер.
1-статор, 2-ротор, 3-ускорительная камера, 4-карданный вал, 5-винт, 6-втулка с ходовой гайкой, 7-вакуумная камера, 8-штуцер для охлаждения, 9-контактная пластина, 10-плакировка.

новкой подвижных панелей 2, см. рис. 9, без нарушения вакуума. Панели подвешены на рычагах и двух валах. Привод к валам — электро-механический, дистанционно-управляемый. Состоит он из электродвигателя 2, карданных валов 8, редукторов 7 и зубчатых реек 6 (рис. 10).

По периметру подвижных панелей смонтированы закорачивающие устройства I (рис. 9), обеспечивающие переход высокочастотных токов с боковых стенок резонатора на подвижные панели. Конструктивная схема закорачивающего устройства приведена на рис. II, а схема гидропривода на него — на рис. I2. Вентили 5, 6, 7, 15, 16 и бачок 14 необходимы только при первоначальном заполнении линий и емкостей гидропривода диффузионным маслом. Рабочее давление — 6 кг/см^2 .

Вода для охлаждения панелей и масло в гидроцилиндры вводятся в резонатор гибкими вакуумно-плотными металлическими рукавами.

Стенка резонатора со стороны промежуточной камеры выполнена из двух плит. Такое конструктивное решение, направленное на упрощение технологии изготовления стенок и на повышение их механической прочности за счет ликвидации узких перемычек, стало возможным при специальном исполнении средних плит боковых стенок резонатора.

Конструктивная схема места стыковки резонатора с промежуточной камерой показана на рис. 5.

5. Петля связи.

Посредством петли связи (рис. 13), возбуждаются электромагнитные колебания в резонансной линии. Так как резонансная линия пере-страивается в соответствии с типом ускоряемых частиц, то оптимальное положение петли связи выбирается всякий раз с изменением режима работы. Вращение петли относительно оси фидера осуществляется червячной кинематической парой с электромеханическим приводом. Индикация положения петли обеспечивает-

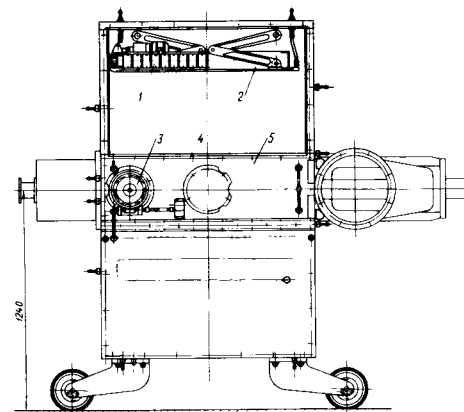


Рис. 9. Резонатор.

I — контактная пластина закорачивающего устройства, 2 — панель подвижная, 3 — узел петли связи, 4 — привод, 5 — средняя панель боковой стенки резонатора.

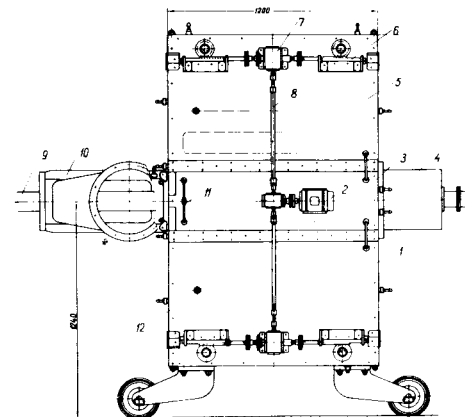


Рис. 10. Резонатор.

I — нижняя панель, 2 — электродвигатель, 3 — средняя панель, 4 — защитная камера, 5 — верхняя панель, 6 — рейка, 7 — редуктор, 8 — карданный вал, 9 — средний электрод резонансной линии, 10 — промежуточная камера, II — штуцер для входа воды, 12 — штуцер для выхода воды.

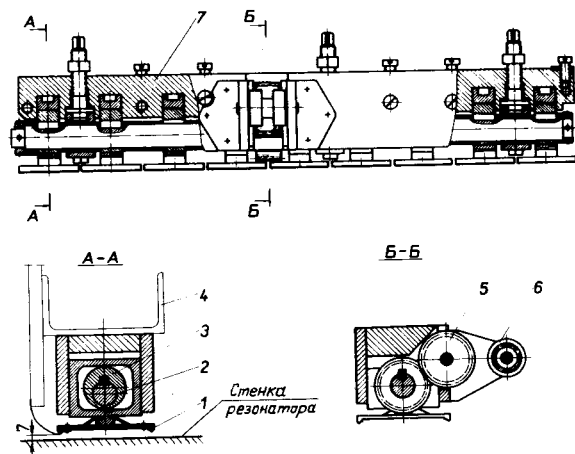


Рис. 11. Закорачивающее устройство.
1—контактная пластина, 2—вал, 3—эксцентрик, 4—каркас подвижной панели, 5—шестерня, 6—опорный подшипник, 7—корпус.

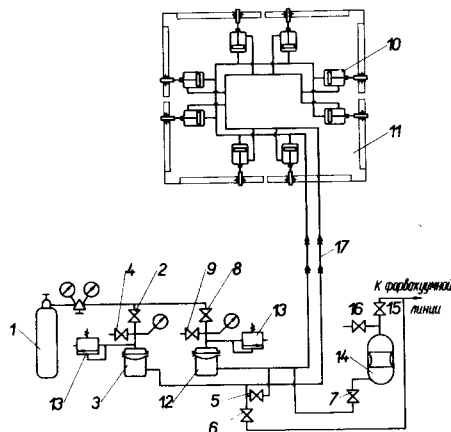


Рис. 12. Схема гидропривода на закорачивающее устройство.
1—баллон со сжатым газом, 2, 4, 5—9, 15, 16 — вентили, 3 и 12 — аккумулятор, 10—гидроцилиндр, 11—подвижная панель, 13—предохранительный клапан, 14—бак, 17—гибкий шланг.

ся гелипотом (многооборотный потенциометр), ее предельные углы поворота ограничиваются концевыми выключателями.

6. Ионный источник.

Конструктивная схема источника приведена на рис. 14. Головка источника I укреплена (крепление быстро-разборное) на двух штоках 2, проходящих через шаровую муфту 3. Штоки уплотнены на вакуум применением калиброванных "0-образных" круглых резинок. Между уплотняющими кольцами ставится фетровый сальник, пропитанный диффузионным маслом. Шаровая муфта герметизируется кольцами 5, помещенными в проточки вспомогательной трубы 6.

Труба 6 находится в шлюзовой камере, состоящей из вакуумного шибера затвора 7, переходника 8 и легко отсоединяемой муфты 9. Хвостовик трубы 6 закреплен в пластине 10, вертикальное положение которой регулируется винтовой парой 11.

Правые концы штоков 2, находящиеся в атмосфере, жестко закреплены в обойме 12. Обойма может вращаться относительно вертикальной оси и, кроме того, может быть смещена в вертикальной плоскости относительно каретки 14 в направлении, перпендикулярном плоскости размещения штоков 2. Такое перемещение задается вручную или моторным приводом 15 с системой дистанционного отсчета перемещений 16. Привод 15 позволяет задавать смещение головки I параллельно кромки дуанта для поиска ее оптимального положения. (Приводной двигатель—МУ-75).

Перемещение каретки 17 в направлении к центру ускорителя или от него может быть осуществлено либо дистанционно с помощью электропривода, либо вручную. Каретка 17 ходит в направляющих специальной фермы.

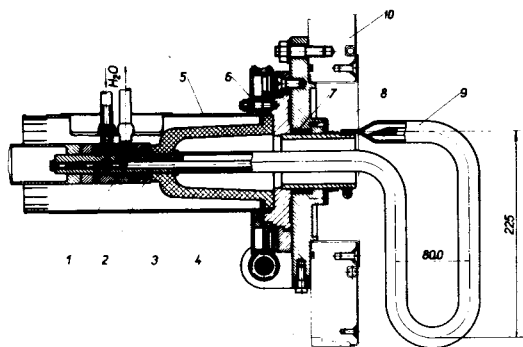


Рис. 13. Петля связи.

1-прокладка, 2-прокладка, 3-изолятор, 4-прокладка с медной фольгой, 5-труба фидера, 6-фланец, 7-уплотнение на вакуум, 8-гоковый переход, 9-петля, 10-средняя панель резонатора.

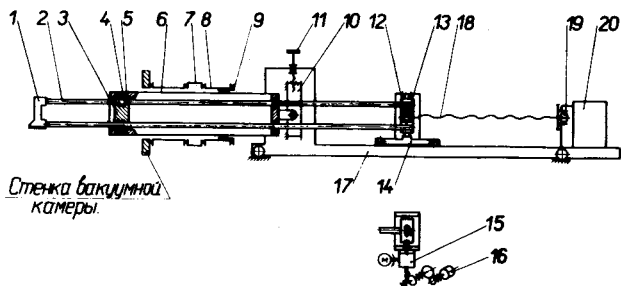


Рис. 14. Схема ионного источника.

1-головка, 2-шток, 3-вкладыш шаровой, 4 и 5-уплотнение, 6-труба, 7-шпир, 8-шлюз, 9-муфта, 10-пластина, 11-винт, 12-обойма, 13-гайка, 14-каретка малая, 15-редуктор, 16-гелшпот, 17-каретка большая, 18-ходовой винт, 19-шарнир, 20-редуктор.

Движение каретке 14 задается винтовой парой, состоящей из сферической гайки 13 и ходового винта 18. Ходовой винт через шарнирный узел 19 связан с электроприводом 20. Конструктивное исполнение шаровой муфты приводится на рис. 15, а головки ионного источника-на рис. 16.

7. Пробник № I.

Принципиальная схема пробника приведена на рис. 17. Выбрана телескопическая конструкция, позволяющая обойтись меньшими производственными площадями при проведении работ на ускорителе, а также при монтаже и демонтаже пробника.

Измерительная пластина I укреплена в трубе 2 малого диаметра, продиктованного апертурой дуанта. Пробник вводится в ускоритель со стороны резонатора и полностью находится в дуанте. Труба 2 уплотнена резинками 3, размещенными в направляющей гильзе 4. Предусмотрен сальник, пропитываемый диффузионным маслом. Гильза 4 уплотнена по отношению к основной трубе 5, наружная часть которой имеет упругую связь с откатываемой тележкой 6.

Сигнал с измерительной пластины (мишени) снимается с помощью 50-омного кабеля 7.

Продольное перемещение трубы 2 задается ходовым винтом 8, связанным с полым валом 9 через муфту 10.

Наружная труба 5 уплотнена в шлюзе, состоящем из вакуумного затвора II, переходника шлюза 12 с локом. Через лок осуществляется доступ к мишени.

Привод 13 на мишень- электромеханический, дистанционно управляемый. Возможен ручной привод.

При удалении пробника за ненадобностью или по другим причинам упор 14 подводят под трубу 5 и с помощью лебедки 15 откатывают тележку 6.

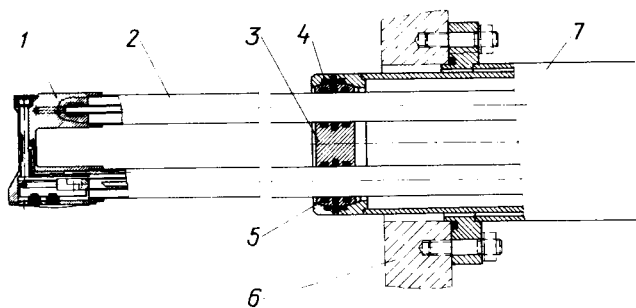


Рис. 15. Ионный источник.
1-головка, 2-шток, 3-вкладыш шаровой, 4 и 5-уплотнители, 6-стенка ускорительной камеры, 7-шлюз.

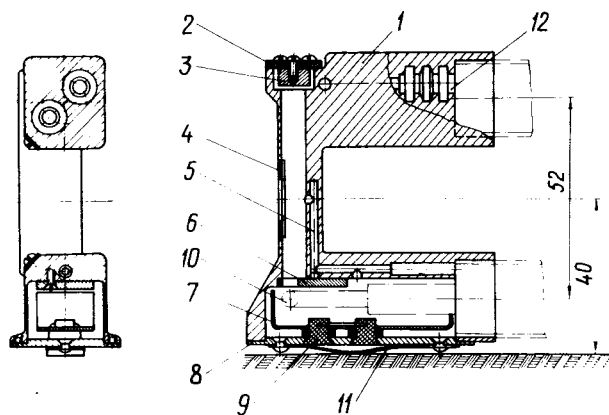


Рис. 16. Головка ионного источника.
1-головка, 2-изолятор, 3-антикатод, 4-диафрагма, 5-канал для воды, 6-диафрагма, 7-экран, 8-заглушка, 9-изолятор, 10-катод, 11-пружина контактная, 12-канал для воды.

8. Пробники № 2 и № 4.

Пробники разработаны по однотипной конструктивной схеме. Шток пробника выполнен из трубы, внутри которой закреплена ходовая гайка. Ходовой винт по мере перемещения штока либо выходит из трубы, либо входит в нее. Причем традиционный лафет для направления штока отсутствует, а редуктор с двигателем, образующие одну из опор штока, укреплены на ярме электромагнита. Второй опорой является шлюзовая камера. Управление приводом - дистанционное.

Четвертый пробник предназначен только для контроля выведенного пучка, поэтому диапазон перемещений его мал.

Пробники слаботочные, оснащены унифицированными сменными головками: интегральной, дифференциальной, девятиламельной и головкой с кварцевой пластиной.

9. Пробник № 3.

Данный пробник является сильноточным. При работе с интегральной головкой, охлаждаемой водой, допустимая мощность рассеяния на ней составляет около 20 квт. Предусмотрена работа со слаботочной головкой, при этом меняют несущую трубу, в новом исполнении которой предусмотрено осевое вращение. Привод ручной.

Поступательное движение штока к центру или от центра камеры осуществляется либо дистанционно с помощью электромеханического привода на базе двигателя типа МУ-431, либо - вручную. Конструкция шлюзовой камеры обеспечивает быстрый доступ к головке пробника. Конструкция сильноточных головок описана в работе ^{15/}.

10. Система вывода.

Система вывода - электростатическая. Состоит из возбуждателя,

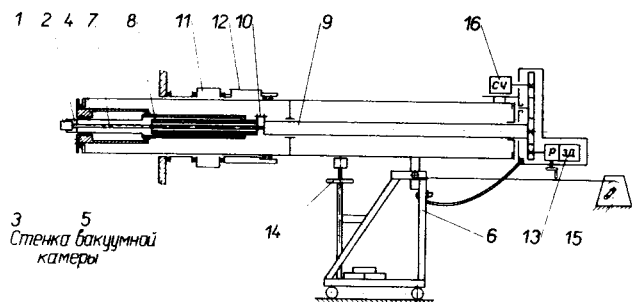


Рис. 17. Схема пробника № I.
 1-мишень, 2-штук, 3-уплотнение, 4-направляющая, 5-труба, 6-тележка, 7-кабель, 8-ходовой винт, 9-вал, 10-муфта, 11-шибер, 12-шлюз, 13-электродвигатель привода, 14-маховичок домкрата, 15-лебедка, 16-счетчик.

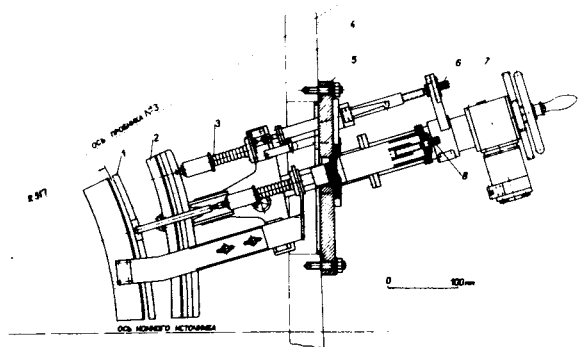


Рис. 18. Дефлектор № I.
 1-заземленный электрод, 2-электрод высоковольтный, 3-платформа подвижная, 4-изолятор, 5-платформа неподвижная, 6-винт, 7-вал, 8-фланец, 9-электродвигатель, 10-линия для воды, 11-высоковольтный ввод.

компенсатора и трех секций электростатического дефлектора. На высоковольтные электроды системы подается напряжение 90 кв. При этом максимальная напряженность электрического поля равна 120 кв/см.

Все узлы системы вывода выполнены в виде функционально законченных устройств, смонтированных на съемных фланцах. Такое исполнение упрощает не только эксплуатацию узлов, но и возможную модернизацию их.

Высоковольтные электроды укреплены на однотипных стеклянных изоляторах. Ввод высокого напряжения в вакуумную камеру осуществлен кабелем.

10.1. Возбудитель.

Возбудитель установлен на радиусе 516 мм, угловая протяженность его $22^{\circ}30'$. Угловая координата по отношению к главной оси камеры, параллельной кромке дуанта, равна 0° . Радиальная координата положения возбудителя может быть изменена в пределах ± 15 мм без нарушения вакуума вручную. Изменение углового положения может быть произведено только при вскрытой камере.

10.2. Дефлектор I.

Дефлектор I установлен на азимуте 30° (отсчет углов производится против часовой стрелки при виде на ускоритель сверху). Угловая протяженность - 58° . Вход в дефлектор находится на радиусе 518 мм, выход - на радиусе 568 (см. рис. 18). Дефлектор состоит из двух секций, заземленные пластины которых охлаждаются водой, подведенной металлическими гибкими шлангами. Регулировать положение первой секции относительно второй возможно только с нарушением вакуума в камере. В целом дефлектор возможно перемещать в радиальном направлении, изменять его угловое положение без наруше-

ния вакуума в камере. Привод - электромеханический с дистанционным управлением. Предусматривается также ручной привод.

10.3. Дефлектор II с компенсатором.

Дефлектор установлен на азимуте 92° , см.рис.19. Угловая протяженность его 23° . Вход в дефлектор находится на радиусе 565 мм, а выход-на радиусе 582 мм. Вход в компенсатор находится на радиусе 513 мм. Возможно изменять только радиальную координату компенсатора вручную.

Угловая корректировка дефлектора производится также вручную, тогда как радиальная координата может быть изменена дистанционно с помощью электромеханического привода.

10.4. Дефлектор III.

Дефлектор установлен на азимуте 125° . Угловая протяженность его - 37° . Вход в дефлектор находится на радиальной отметке 594 мм, а выход - на отметке 686 мм.

Два независимых моторных привода позволяют дистанционно или вручную изменить радиальное положение дефлектора, либо угловой разворот его.

II. ПИКАП-ЭЛЕКТРОДЫ.

Для контроля фазы пролета пучка частиц применено 16 пар индукционных датчиков. Кроме того, два емкостных датчика на боковой кромке устройства, обращенной к дуанту, позволяют получить сигнал, пропорциональный напряжению на дуанте. Для контроля положения пучка на выходе из ускорителя применен индукционный датчик. Сигнал от всех датчиков выводится 50-омным высокочастотным кабелем, вакуумный ввод которого выполнен так же, как в работе /5/.

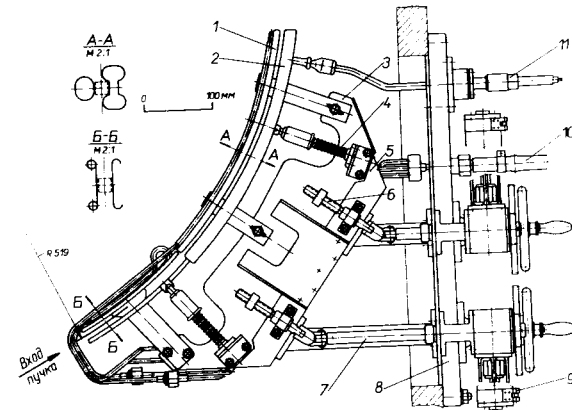


Рис.19. Дефлектор II с компенсатором.
1-высоковольтный электрод компенсатора, 2-заземленный электрод дефлектора, 3-изолятор, 4-стенка ускорительной камеры, 5-фланец, 6-винт изменения углового положения дефлектора, 7-редуктор с двигателем, 8-винт изменения радиального положения компенсатора.

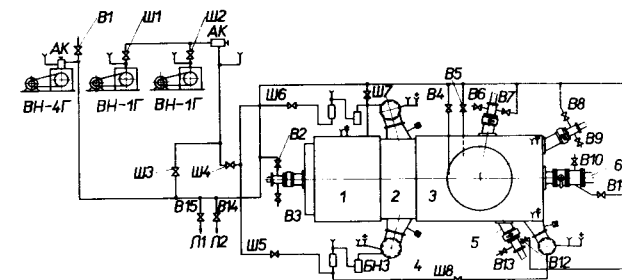


Рис.20. Схема вакуумных линий.
1-резонатор, 2-промежуточная камера, 3-ускорительная камера, 4-высоковакуумный агрегат, 5-пробник № 2, 6-ионный источник, АК-автоматический клапан, В-вентиль, Л1-линия к схеме гидропривода закрывающих устройств, Л2-линия к схеме привода гидроподушек, БНЗ-бустерный насос, Ш-шибер, У-датчик термопарный ЛТ-2, У-датчик ионизационного манометра ЛМ-2.

12. СИСТЕМА ВАКУУМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСКОРИТЕЛЯ.

Принципиальная схема системы приведена на рис. 20. Предварительная откачка вакуумных объемов ускорителя до давления 10^{-2} - $5 \cdot 10^{-3}$ тор производится левым форвакуумным насосом типа ВН-4Г. Этим же насосом откачиваются шлюзовые камеры всех вспомогательных устройств. Нужное рабочее давление на выхлопном патрубке высоковакуумных агрегатов обеспечивается одним насосом ВН-1Г правой группы. В резерве предусматривается один насос.

Вакуумный затвор диффузионного насоса имеет электромеханический привод. Затворы вспомогательных устройств - эксцентриковые с ручным приводом.

Высоковакуумный объем ускорителя защищен от прорыва атмосферы при аварийном отключении насосов ВН автоматическим клапаном АК с временем срабатывания около 0,1 сек.

Предусмотрен контроль давления в резонаторе, ускорительной камере, в высоковакуумных агрегатах, в форлинии, в насосах ВН.

Шлюзовые камеры обеспечены вентилем для напуска атмосферы.

Расчетное значение газоотделения в вакуумном объеме ускорителя, без учета натекания рабочего газа, равно $3,202 \cdot 10^{-3}$ лтор/сек. Расчет проводился согласно рекомендациям работы /6/. При натекании рабочего газа со скоростью $3 \text{ см}^3/\text{мин}$ общее газоотделение, приведенное к воздуху, составляет $13,2 \cdot 10^{-3}$ лтор/сек. Пропускная способность вакуумной линии откачки равна 3280 л/сек . При рабочем давлении $5 \cdot 10^{-6}$ тор требуется два высоковакуумных насоса с быстротой откачки по воздуху не менее 2000 л/сек . Высоковакуумные агрегаты ВА-5-4, примененные в ускорителе У-120, не удовлетворяют поставленным требованиям. Поэтому было решено отказаться от азотной ловушки и использовать только диффузионный насос от отмеченного выше агрегата совместно с бустерным насосом типа БН-3 с быстротой откачки 450 л/сек при давлении 10^{-2} тор. Основное назначение бустерных насосов -

уменьшить миграцию масла в высоковакуумный объем. В районе компенсатора к ускорительной камере подключен высоковакуумный агрегат с быстротой откачки по воздуху, равной 2000 л/сек . Постановка данного агрегата продиктована необходимостью получения повышенной электрической прочности рабочих промежутков дефлекторов системы вывода, что может быть достигнуто улучшением вакуума.

Л и т е р а т у р а.

1. В.П.Дмитриевский "Изохронный циклотрон с регулируемой энергией", материалы рабочего совещания по изохронному циклотрону У-120М, Р9-5498, стр.5, Дубна, 1971.
2. А.Т.Василенко и др. "Конструкция основных узлов циклотрона", материалы III совещания по изохронному циклотрону У-120М и его использованию для решения физических проблем, Р9-7339, стр. 33, Дубна, 1973.
3. Ю.Г.Аленицкий, Н.Л.Заплатин и др. ОИЯИ, Р9-7339, Дубна, 1973, материалы III совещания по изохронному циклотрону У-120М и его использованию для решения физических проблем, стр. 48-60.
4. А.А.Глазов и др., ОИЯИ, Р9-6441, Дубна, 1972, материалы II рабочего совещания по изохронному циклотрону У-120М, стр. 43-56.
5. А.Т.Василенко, Л.Г.Денисова и др. Сообщение ОИЯИ, 9-4512, Дубна, 1972.
6. Н.Я.Басалаева "Газоотделение металлов, применяемых в вакуумной технике". Журнал технической физики, т. XXVIII, вып.5 (1958).
7. Б.С.Данилин, В.С.Минайчев "Основы конструирования вакуумных систем". Энергия, Москва, 1971.
8. А.И.Шипко, В.Я.Плисковский, Е.А.Пенчко "Конструирование и расчет вакуумных систем", Энергия, Москва, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 февраля 1975 г.