

## МАГНИТНО-ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА УСТАНОВКИ «ВОДОРОДНЫЙ ПРОТОТИП»

*А.С. Александров, А.И. Горбовский, В.В. Мишагин, А.В. Ситников, К.К. Шрайнер*

Описана конструкция первой очереди водородного прототипа плазменного нейтронного генератора на основе газодинамической ловушки. Приведены результаты оптимизационных расчетов магнитного поля и конструкции катушек магнитной системы. Описаны конструкторско-технологические разработки по изготовлению катушек диаметром 3,7 м, конструкция пробочного узла ( $B = 13$  Тл), конструкции вакуумной камеры, баков расширителей, лайнеров (первой стенки), приемников плазмы.

MAGNETIC AND VACUUM SYSTEMS OF THE HYDROGEN PROTOTYPE OF NEUTRON GENERATOR. A.S. ALEXANDROV, A.I. GORBOVSKY, V.V. MISHAGIN. This report concerns the design of hydrogen prototype for plasma neutron generation based on the gas-dynamic trap. The results of optimizing the magnetic field and magnet coils are presented. The report explains the fabrication technique principles for the 3,7 m diameter coils, describes the structure of plug unit with 13 T field, main vacuum chamber, its first wall, expanders' vessels and plasma receivers.

### ВВЕДЕНИЕ

Установка «Водородный прототип» (ВП) создается с целью моделирования основных физических процессов, протекающих в нейтронном генераторе в режимах, когда вместо дейтерия и трития используется водород. Отсюда и вытекают основные требования, предъявляемые к установке. На начальном этапе эскизных проработок предполагалось, что «под установку» будет строиться здание. Был разработан проект здания со всеми вспомогательными сооружениями, и все это было привязано к местности на территории ИЯФ СО РАН.

Однако в дальнейшем было решено разместить установку ВП в существующем экспериментальном зале (освободив его от уже отработавших установок). Это, разумеется, привело к необходимости некоторого пересмотра конструкции установки и снижения ряда технических параметров. С другой стороны, с самого начала работы над проектом было принято считать целесообразным не закладывать в проект существенно новые, непроверенные инженерно-технические решения, а базироваться на том опыте, который приобретен при создании таких установок, как ПСП-2, АМБАЛ, ГОЛ-3, ГДЛ [1—5].

Одним из параметров, существенно влияющих на конструкцию всей установки, является угол инжекции. С целью достижения максимальной плотности в точках остановки ионов угол инжекции желательно принимать как можно меньше, однако из конструктивных соображений он не может быть как угодно малым. После оптимизации основных физических требований и конструктивных решений был принят угол инжекции  $30^\circ$  к оси.

С учетом вышесказанного была принята предлагаемая схема установки (рис. 1).  
Магнитная система. Приведем следующие исходные данные для расчета и проектирования системы магнитного поля ВП:

- 1) пробочное отношение  $R = 20$  при поле в центре 1 Тл и расстоянии между пробками 10 м;
- 2) длительность импульса 2 с (эквивалент постоянного тока);
- 3) период следования импульсов 20 мин;
- 4) мощность, потребляемая системой не более 40 МВт;
- 5) необходимость иметь определенного размера промежутки (окна) между катушками (для инжекторных трактов, для средств вакуумной откачки, для различных диагностик и вводов в вакуумную камеру);

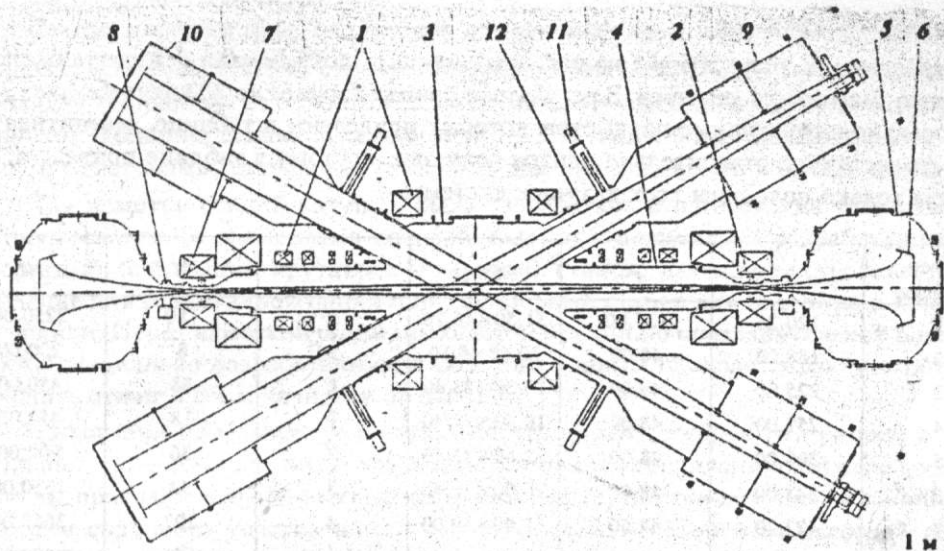


Рис. 1. Конструктивная схема установки «Водородный прототип»: 1 — катушки магнитной системы; 2 — пробочные узлы; 3 — центральная секция вакуумной камеры; 4 — боковые секции; 5 — вакуумные камеры расширителя; 6 — приемник плазмы; 7, 12 — сифонные вставки; 8 — шибер ДУ-250; 9 — атомарный инжектор; 10 — приемник пучков; 11 — шибер ДУ-750

б) необходимость использования имеющейся в наличии медной шины и технологических возможностей экспериментального производства (ЭП) ИЯФ при максимальной унификации катушек.

Задача расчета состояла в оптимизации конфигурации магнитных силовых линий в соответствии с математической моделью двухкомпонентной плазмы в ГДЛ с целью получения возможно большего запаса МГД-устойчивости плазмы. Кроме того, необходимо было обеспечить близкое к однородному поле в зоне захвата в плазме инжектируемых атомарных пучков (в центре ловушки) и особую геометрию поля в точках остановки быстрых ионов (рис. 2, б).

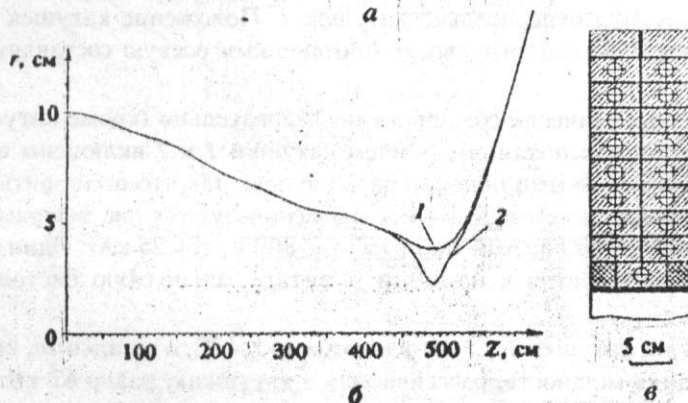
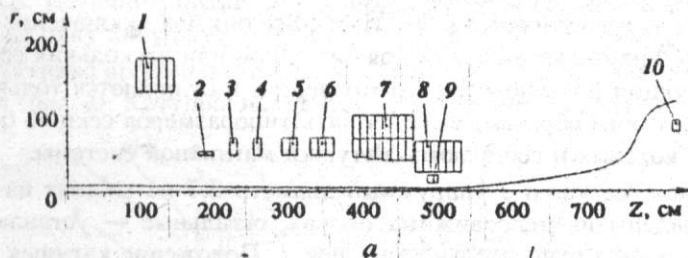


Рис. 2. Схема магнитной системы (параметры катушек см. таблицу) [а] — магнитные силовые линии при  $\mu_0 = 10$  см: 1 — без катушки 9 (см. таблицу), 2 — с катушкой 9 (см. таблицу) [б] и поперечное сечение секции катушки [в]

Ограничения, вытекающие из исходных данных, потребовали пересчета около 10 вариантов магнитной системы. В результате принят вариант из 20 катушек (рис. 2, а), некоторые конструктивные параметры которых приведены в таблице. Магнитная система симметрична относительно центра ловушки, поэтому в таблице приведены параметры только половины всех катушек системы.

Номер катушки	$z$	$r$	$\Delta z \times \Delta r$	$n$	$N$	$NI$
1	120,25	135,00	51,50×46,70	5	180	2250,00
2	188,00	48,00	20,60×5,10	2	8	200,00
3	225,00	48,00	10,30×23,40	1	18	450,00
4	257,00	48,00	10,30×23,40	1	18	450,00
5	300,00	48,00	20,60×23,40	2	36	900,00
6	343,00	48,00	30,90×23,40	3	54	1350,00
7	423,70	42,50	82,40×59,00	8	292	3650,00
8	498,00	24,50	61,80×41,60	6	192	4800,00
9	489,60	9,50	14,60×10,50	1	180	3600,00
10	810,00	80,00	10,30×7,60	1	6	-150,00

Примечание.  $z$  — расстояние от центра ловушки, см;  $r$  — внутренний радиус катушки, см;  $\Delta z \times \Delta r$  — сечение катушки, см<sup>2</sup>;  $n$  — число секций;  $N$  — число витков;  $NI$  — полный ток в катушке, кА.

Катушки 7 состоят из восьми секций, использовавшихся ранее в магнитной установке ПСП-2. Они намотаны медными шинами сечением  $25 \times 50$  мм<sup>2</sup> с отверстием диаметром 15 мм и сечением  $42 \times 50$  мм<sup>2</sup> с отверстием диаметром 20 мм. Эти катушки обладают высокой аксиальной симметрией магнитного поля во всем объеме благодаря специальной конструкции перехода витков из одного слоя в другой [1]. Аналогично выполнены и катушки 8.

Изготовление катушек начато в ЭП ИЯФ. Все они (за исключением катушек 9, описание которых приведено ниже) состоят из одной или нескольких секций, одинаковых по конструкции и технологии изготовления, и отличаются только диаметром и числом витков. Таким образом, имеется пять типоразмеров секций (не считая катушек 7 и 9), из которых и собираются катушки магнитной системы.

Самые большие катушки 1 (наружный диаметр 3,7 м) состоят из пяти секций каждая и установлены на неподвижных опорах, остальные — устанавливаются на тележках и юстируются относительно катушек 1. Положение катушек на оси  $Z$  определяется распорками-стяжками, воспринимающими осевую составляющую ponderomotive сил.

Все катушки электрически соединены последовательно (кроме катушек 9, имеющих отдельный источник питания), причем катушки 1 и 7 включены в общую цепь предварительно соединенными попарно параллельно, так что по их виткам протекает половина общего тока системы. Для питания используются два выпрямительных агрегата мощностью 20 МВт каждый (напряжение 800 В, ток 25 кА). Один такой агрегат в настоящее время имеется в наличии и питает магнитную систему установки ПСП-2 [1].

За один импульс катушки 1 и 7 нагреваются на 1,4 °С, а остальные, кроме катушек 9, на 5,7 °С. Средняя мощность, рассеиваемая в катушках, равна 67 кВт и легко снимается дистиллированной водой с использованием существующего теплообменника мощностью 1 МВт, так что нагрев катушек не превышает существенно указанных выше цифр. Охлаждение катушек включается также и во время прогрева вакуумной камеры, чтобы не допустить перегрева изоляции катушек.

Секция катушки (рис. 2, в) состоит из двух плоских спиралей, намотанных медной шиной сечением  $25 \times 50 \text{ мм}^2$  с отверстием диаметром 15 мм. Межвитковая и межслоевая изоляция выполнены из стеклотекстолита с последующей пропиткой эпоксидным компаундом. Толщина секции (с изоляцией) — 104 мм. Концы шин заглушены контактными пластинами, имеющими отверстие для присоединения водяных штуцеров.

Для намотки секций катушек была разработана и изготовлена технологическая линия, основными элементами которой являются: специально разработанный малооборотный (с большим крутящим моментом) станок, натяжное устройство, приспособление для герметичной пайки шин, фрезерный станок для подготовки концов шин для пайки. Перед намоткой шины проходят через линию предварительной подготовки, также специально разработанную в ЭП. Здесь шины проходят правку в обеих осях сечения, отжиг ТВЧ и зачистку от окалины.

Пайка шин производится высокотемпературным серебряным припоем в приспособлении, позволяющем получить высокое качество соединений. Каждое соединение дважды проходит гидравлические испытания на герметичность (после пайки и после намотки спаянного участка шины). Укладка межвитковой и межслоевой изоляции осуществляется в процессе намотки шин.

Пропитка намотанных секций производится эпоксидным компаундом горячего отверждения по методу «Монолит» в специальной форме. Метод «Монолит» предполагает предварительное вакуумирование и полимеризацию под давлением (в нашем случае — до 10 атм). Необходимая температура полимеризации эпоксидного компаунда ( $120^\circ\text{C}$ ) обеспечивается потоком перегретой воды по каналу в шине. После пропитки секции подвергаются механической обработке по наружному диаметру и торцам — базовым для сборки поверхностям.

Пробочный узел. Магнитное поле в пробке складывается из поля основной магнитной системы 7 Тл и поля импульсной пробочной катушки 9 малого размера (см. рис. 2, а, таблицу), вклад которой составляет 13 Тл. Эта катушка включается приблизительно в момент максимума тока в основной магнитной системе. Длительность импульса 150 мс, максимальный ток в обмотке 20 кА, максимальное напряжение на выводах 6 кВ. Источник питания — конденсаторная батарея с запасенной энергией 1,65 МДж (на одну катушку).

Конструктивно пробочная катушка объединена с частью вакуумной камеры в пробочный узел (рис. 3). Катушка находится между фланцами вакуумной камеры 1 внут-

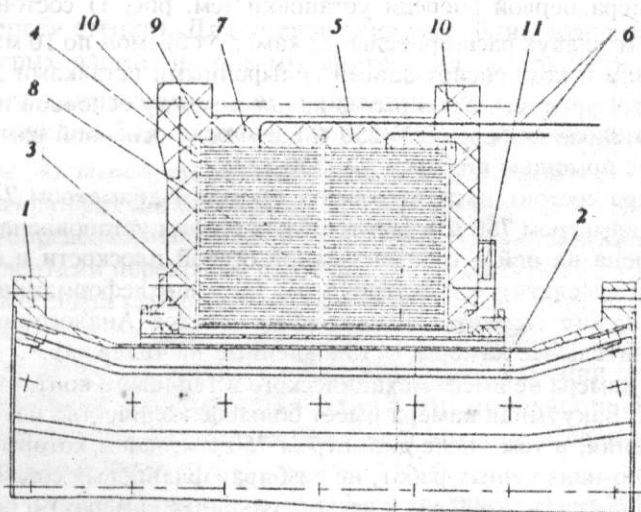


Рис. 3. Пробочный узел: 1 — вакуумная камера; 2 — ниобиевый лайнер; 3 — экран; 4 — левая секция; 5 — правая секция; 6 — выводы; 7 — бандаж из стеклотекстолита; 8 — прокладки из стеклотекстолита; 9 — шлица из стеклотекстолита; 10 — входной воздушный коллектор; 11 — выходной коллектор

ренным диаметром 166 мм, образуя с ней неразъемное соединение. Между экраном 3 и вакуумной камерой зазор 1,75 мм (по радиусу), так что катушка и вакуумная камера не связаны механически и допускают раздельное крепление. Осевая составляющая поперечных сил, действующих на катушку, воспринимается общей магнитной системой через стеклотекстолитовые щеки 9, стянутые друг с другом.

Внутри вакуумной камеры смонтирован прогретый ниобиевый лайнер 2, по конструкции аналогичный лайнеру основной вакуумной камеры.

Пробочная катушка является наиболее напряженным элементом магнитной системы как по механическим, так и по тепловым нагрузкам и имеет конструкцию, отработанную в ИЯФ для магнитных систем установок СПИН, ГОЛ-3, ГДЛ. Катушка состоит из двух секций 4 и 5, намотанных холоднокатаной медной лентой сечением  $2 \times 70 \text{ мм}^2$  и соединенных друг с другом общим внутренним витком. Полное число витков катушки — 180. Между секциями уложены две стеклотекстолитовые прокладки толщиной 1 мм. Межвитковая изоляция состоит из двух слоев кабельной бумаги толщиной 0,08 мм. Снаружи секции бандажируются стеклолентой 7. Катушка пропитывается эпоксидным компаундом по методу «Монолит». Для улучшения адгезии лента перед намоткой подвергается пескоструйной обработке.

Катушка охлаждается воздухом от воздушной сети (давление 6 атм). Воздух подается в два кольцевых коллектора 10 в щеках 9 и проходит по 45 щелевым радиальным каналам, выполненным в них, снимая тепло с боковых поверхностей катушки. Далее воздух проходит между цилиндрическими поверхностями катушки и экрана 3, охлаждая последний, и через выходной коллектор 11 отводится от установки. Охлаждение воздухом, а не водой позволяет обойтись без применения металлических элементов конструкции вблизи витков, что повышает общую надежность катушки. Температура катушки во время рабочего цикла не превышает  $70^\circ\text{C}$ . Установившаяся температура в стандартном режиме (1 импульс в 20 мин) перед импульсом составляет  $53^\circ\text{C}$ , а нагрев за импульс —  $17^\circ\text{C}$ .

Максимальные касательные напряжения, возникающие в витках катушки при поле в пробке 20 Тл, достигают  $32 \text{ кгс/мм}^2$ , что находится на пределе прочности холоднокатаной меди.

Вакуумная система. Основное требование к вакуумной камере — достижение начального вакуума не хуже  $10^{-8}$  Торр — означает необходимость периодических прогревов в закрытом состоянии до  $150\text{--}200^\circ\text{C}$  и применение металлических уплотнений.

Вакуумная камера первой очереди установки (см. рис. 1) состоит из основной камеры объемом  $15 \text{ м}^3$  и двух расширительных камер 5 объемом по  $10 \text{ м}^3$ , соединенных пробочными узлами 2 и компенсирующими сильфонными вставками 7. При необходимости возможно герметичное перекрытие каналов между основной и расширительной камерами с помощью шиберов ДУ-250 (8) и между основной камерой и инжекторными трактами с помощью шиберов ДУ-750 (11).

Основная камера состоит из центральной секции 3 диаметром 2400 мм и двух боковых секций 4 диаметром 750 мм. Центральная секция установлена на стационарной опоре, закреплена на ней в горизонтальной осевой плоскости и фиксирована в центре, что позволяет сделать осесимметричными тепловые деформации при прогревах и одинаковыми смещения элементов инжекторных трактов. Аналогичным образом закреплены и расширительные камеры, установленные на тележках.

Вся вакуумная камера не имеет механического и теплового контакта с катушками магнитной системы. Вакуумная камера имеет большое количество патрубков разного диаметра и назначения, в том числе диаметром 750 мм, через которые можно войти внутрь для монтажно-наладочных работ, не разбирая фланцевых соединений диаметром 2400 мм (или диаметром 2600 мм в расширительных камерах) и оставляя, таким образом, в рабочем состоянии все основные системы и коммуникации установки. Все элементы вакуумной камеры выполнены из немагнитной нержавеющей стали 12Х18Н10Т и отожжены в вакууме при температуре  $400^\circ\text{C}$ .

В разъемных фланцевых соединениях применены уплотнения трех типов: 1) канавочно-клиновые, 2) типа Conflat и 3) проволочные уплотнения с плоскими фланцами и утапливаемыми штифтами или кольцами для соединений большого диаметра и овальных. Материал всех уплотнителей — отожженная медь.

Для обеспечения необходимых вакуумных условий проводится предварительный обезгаживающий вакуумный отжиг до 400 °С всех элементов вакуумной камеры и конструкций, находящихся в ней. Кроме того, вакуумная камера может быть прогрета в закрытом состоянии до 150—200 °С как целиком, так и по частям (с закрытыми шиберами). Такой прогрев необходим после каждого напуска атмосферы, связанного с ремонтно-наладочно-монтажными работами в ходе экспериментов.

Прогрев основной вакуумной камеры производится с помощью лайнера, который описан ниже, а расширительных камер — с помощью восьми трубчатых нагревателей. Кроме того, есть возможность чистки стенок тлеющим разрядом, для чего в вакуумной камере сделаны специальные высоковольтные вводы. Для питания каждого из электродов используются стандартные источники БП-150 от магниторазрядных насосов типа НОРД.

Для оперативной вакуумной откачки частей камеры при наладке и поиске течей используется передвижной вакуумный агрегат с турбомолекулярным насосом и гибким трубопроводом. В качестве постоянного форвакуумного насоса используется большой насос типа ВН-6.

Каждая из трех частей вакуумной камеры — основная и камеры расширителей — откачиваются двумя насосами типа ТМН-1500 и одним крионасосом с максимальной производительностью 7 м<sup>3</sup>/с. Основная камера имеет также отдельный титановый поглотитель — азотит с производительностью 50 м<sup>3</sup>/с, который размещен на нижнем фланце в центре основной камеры и защищен специальным экраном от излучения плазмы.

Инжекторные тракты со своими средствами откачки (общей производительностью свыше 8000 м<sup>3</sup>/с) играют роль вакуумных насосов для основной камеры. Восемь патрубков ДУ-750, которыми они соединяются с камерой, ограничивают их суммарную скорость откачки — примерно 640 м<sup>3</sup>/с.

Оребренные стенки вакуумных камер расширителей и приемники плазмы благодаря напылению титановой пленки являются поглотителями с производительностью ~500 м<sup>3</sup>/с.

Лайнер (первая стенка). Для уменьшения десорбции водорода со стенок камеры и откачки быстрых частиц из плазмы внутренняя поверхность вакуумной камеры (~45 м<sup>2</sup>) покрыта прогреваемым прямонакальным лайнером из ниобия. Впервые лайнер такой конструкции был изготовлен и испытан на установке АМБАЛ [6].

Лайнер (рис. 4) выполнен из ниобиевой ленты 0,3×50 мм<sup>2</sup>. Лента 1 укреплена на изоляционных опорах 2 с небольшим начальным прогибом наружу (от стенки камеры), который определяет направление деформации ленты при нагреве. Зазоры между токоведущими лентами перекрыты под ними узкими лентами 3 также из ниобия, закрепленными на стенках камеры с помощью опор с большим тепловым сопротивлением и играющими роль экрана пассивного лайнера, нагреваемого излучением основного.

Токоведущие ленты соединены с помощью сварки в секции приблизительно одинакового сопротивления. Число секций кратно 3, что позволяет применять для питания лайнера трехфазную сеть. Каждая секция имеет токовые отводы через металлокерамические изоляторные узлы.

Для периодического обезгаживания лайнер прогревается до 700—800 °С в течение 1 мин. Лайнер используется также и для длительного (20—30 ч) прогрева стенок вакуумной камеры до 150—200 °С после напуска атмосферы, при этом температура лайнера составляет примерно 400 °С.

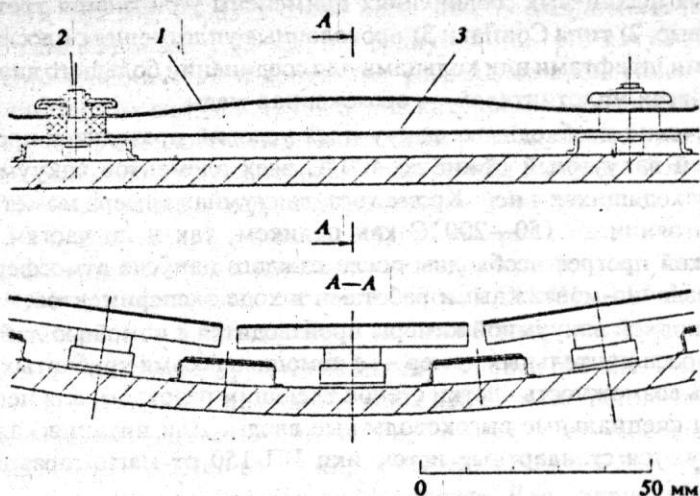


Рис. 4. Лайнер: 1 — токоведущая лента; 2 — изоляционные опоры; 3 — пассивный лайнер-экран

Приемник плазмы. Вытекающая через пробки плазма поглощается приемником плазмы (рис. 5), расположенным приблизительно нормально потоку в зоне, где магнитное поле мало ( $B/B_{\max} \leq 1/40$ ),  $\beta < 1$  и ларморовский радиус иона меньше радиуса плазмы и радиуса кривизны крайней силовой линии ( $a_0 = 15$  см). При этом выполняется требование обеспечения запаса МГД-устойчивости в целом по ловушке.

Приосевая часть плазмы, ограниченная магнитной поверхностью радиусом в центре ловушки  $a_0 = 1$  см, поглощается центром диска 1 и укрепленным на нем кольцом 2. Остальная часть потока попадает на коническую поверхность 3, состоящую из четырех конических колец, каждое из которых разбито на восемь секторов. Эти элементы приемника плазмы закреплены на керамических изоляторах и имеют электрические выводы из вакуумной камеры 4 расширителя через герметичный термостойкий разъем типа 2РМГ.

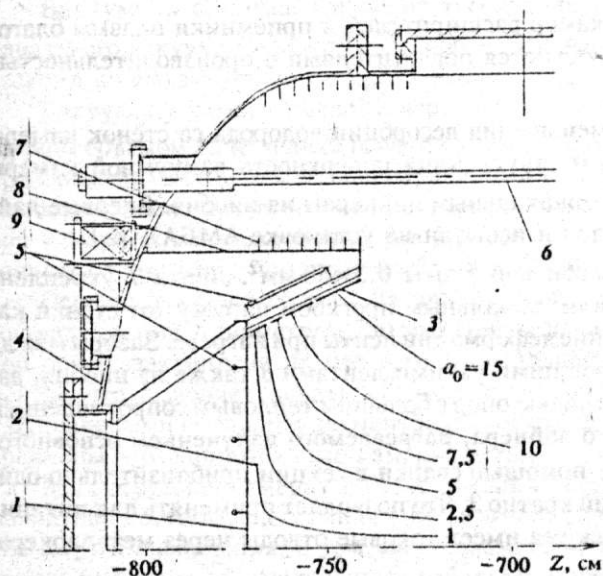


Рис. 5. Приемник плазмы: 1 — диск; 2 — кольцо; 3 — конические кольца; 4 — вакуумная камера; 5 — кварцевые лампы; 6 — титановые испарители; 7 — ребра; 8 — экран; 9 — катушка расширителя

Приемник плазмы выполнен из тонколистовой нержавеющей стали 12Х18Н10Т и периодически прогревается для обезгаживания до температуры  $\sim 400^\circ\text{C}$ . Прогрев осуществляется 25 кварцевыми галогенными лампами 5 типа КГ220-2000-2, закрепленными с обратной стороны приемника плазмы. Для повышения надежности лампы и увеличения срока службы они питаются пониженным напряжением (половиной мощности), так что их полная мощность составляет 25 кВт.

На рабочие поверхности приемника плазмы периодически наносится тонкая пленка титана. Напыление пленки производится восемью дуговыми испарителями 6 одновременно с напылением внутренних поверхностей вакуумной камеры расширителя.

Для увеличения поверхности, напыляемой титаном, предусмотрены ребра 7. Рабочие поверхности приемника плазмы и кварцевые лампы защищены от напыления экраном 8.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрашитов Г.Ф., Волосов В.И., Шрайнер К.К. Магнитная система установки ПСП-2. — ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 1981, вып. 1, с. 19—24.
2. Димов Г.И., Лысянский П.Б., Таубер М.В., Тимошин И.Я., Шрайнер К.К. Магнитная система экспериментальной ловушки с амбиполярированными пробками АМБАЛ. — В кн.: Докл. второй Всесоюз. конф. по инж. проблемам термоядерных реакторов. — Л.: НИИЭФА, 1982, т. 2, с. 46—53.
3. Давыденко В.И., Иванов А.А., Козьминых Ю.Л. и др. Экспериментальная модель газодинамической ловушки: Препринт ИЯФ СО РАН, № 86-104. — Новосибирск, 1986.
4. Persov M.B., Livshits A.A., Shreiner K.K., Khrestolyubov V.S., Kuznetsov G.F. The Design of End Magnetic System Coils for AMBAL-M. — IEEE Trans. Magn., January 1992, vol. 28, № 1, p. 255—258.
5. Воронаев С.Г., Горбовский А.И., Князев Б.А., Лебедев С.В., Николаев В.С., Щеглов М.А. Магнитная система с полем до 120 кГс для компрессии и транспортировки мощного РЭП: Препринт ИЯФ СО РАН, № 85-107. — Новосибирск, 1985.
6. Димов Г.И. Эксперимент АМБАЛ-Ю: Препринт ИЯФ СО РАН, № 87-150. — Новосибирск, 1987.

Статья поступила в редакцию 7 января 1994 г.

Исправленный вариант получен 1 июня 1994 г.

Вопросы атомной науки и техники.

Сер. Термоядерный синтез, 1995, вып. 1—2, с. 42—49.

УДК 621.039.532.21

### ВЫСОКОНАПРЯЖЕННЫЕ УЗЛЫ ИЗ ГРАФИТА МОСКОВСКОЙ МЕЗОННОЙ ФАБРИКИ

*Е.В. Пономарева, О.В. Пономарев, Ю.С. Виргильев*

Описана конструкция мишеных устройств для получения мезонных пучков на основе пучка протонов с энергией 600 МэВ и плотностью потока до  $10^{15}$  протон/(см<sup>2</sup>·с). В качестве материала мишени, представляющей профилированный диск, выбран мелкозернистый графит марки МГ, уплотненный низкотемпературным пироуглеродом. Показано, что при рабочих условиях углеродный материал обладает необходимой термостойкостью и радиационной стойкостью в течение проектного ресурса.

HIGH-STRENGTH GRAPHITE UNITS FABRICATED AT MOSCOW MESON FACTORY. E.V. PONOMARYOVA, O.V. PONOMARYOV, YU.S. VIRGIL'YEV. Design of target elements producing meson beams with use of proton beams with energy of 600 MeV and proton flux density up to  $10^{15}$  proton/(cm<sup>2</sup>·s) is described. The target elements are shaped disks fabricated of fine-grained graphite MG impregnated with low-temperature pyrocarbon. Under operation conditions, this carbon material has necessary heat and radiation resistance during design lifetime.

Московская мезонная фабрика (ММФ) является многоцелевым инструментом для ядерно-физических исследований как в области фундаментальных проблем ядерной физики, физики элементарных частиц, физики твердого тела, радиационного материаловедения, медицины, так и для решения чисто прикладных задач, связанных с управляемым термоядерным синтезом.

На экспериментальном комплексе ММФ [1, 2] предполагается проведение экспериментов на пучках: протонов (в том числе и поляризованных); мезонов (мюонов и пионов); нейтронов (быстрых, тепловых, холодных и ультрахолодных).

Высокая интенсивность протонного пучка накладывает определенные ограничения на конструкцию мишеней, которая, с одной стороны, должна обеспечить оптимальные условия проведения эксперимента, а с другой — возможность длительной работы в условиях высокой плотности тепловыделения и радиационных повреждений материала мишеней.