

M-134

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



2126 / 2-78

15/v-78

P9 - 11255

А.В.Мажулин, В.К.Антропов

ПОЛУЧЕНИЕ ВАКУУМА

В КОЛЛЕКТИВНОМ УСКОРИТЕЛЕ

1978

P9 - 11255

А.В.Мажулин, В.К.Антропов

ПОЛУЧЕНИЕ ВАКУУМА
В КОЛЛЕКТИВНОМ УСКОРИТЕЛЕ

*Направлено на 6 Международную конференцию
"Физика и техника высокого вакуума.
Тонкие пленки" /Дрезден, ГДР/*

Мажулин А.В., Антропов В.К.

P9 - 11255

Получение вакуума в коллективном ускорителе

В установке для получения и ускорения электронно-ионных колец необходимый вакуум достигается путем применения комбинации паромасляных и титановых насосов. Вакуумные объемы силунда и адгезатора разделены титановой фольгой толщиной $5 \cdot 10^{-3}$ см.

Перепад давлений от источника электронов до конца ускорительной трубки силунда лежит в области от $2 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-6}$ Торр. Для получения необходимого перепада давлений применены три паромасляных агрегата и два электроразрядных насоса.

В непрогреваемой камере адгезатора объемом 100 л необходимый вакуум (не хуже, чем $2 \cdot 10^{-8}$ Торр) достигается с помощью двух титановых сублимационных и одного электроразрядного насосов.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Преприят Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Mazhulin A.V., Antropov V.K.

P9 - 11255

Vacuum Production in a Collective Accelerator

In an installation for producing and accelerating electron ion rings necessary vacuum is achieved by using a combination of oil and titanium pumps. Vacuum volumes of silundum and adhesator are separated with a foil $5 \cdot 10^{-3}$ cm thick. The pressure drop from the electron source to the end of silundum accelerating tube is within the region $2 \cdot 10^{-2}$ upto $2 \cdot 10^{-6}$ Torr. To achieve the necessary pressure drop three oil aggregates and two charged pumps are used. In unheated chamber of the adhesator 100 l in volume the vacuum needed (not worse than $2 \cdot 10^{-8}$ Torr) is reached by using two titanium sublimation and one charged pumps.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

ВВЕДЕНИЕ

В этой работе мы рассмотрим некоторые особенности коллективного ускорителя с точки зрения вакуумного режима.

Инжектор представляет собой линейный индукционный ускоритель электронов - силунд ^{1/2}. Источником электронов служит импульсный электрический разряд, происходящий в атмосфере азота при давлении $2 \cdot 10^{-2}$ Торр. Дальнейшее ускорение электронов осуществляется в условиях улучшенного вакуума $10^{-5} \div 10^{-6}$ Торр. При образовании и сжатии электронного кольца в нарастающем магнитном поле камеры адгезатора вакуум должен быть еще лучше, т.е. $2 \div 5 \cdot 10^{-8}$ Торр. В противном случае будет происходить перенасыщение электронного кольца ионами остаточного газа.

Наличие сильных импульсных магнитных полей накладывает ряд ограничений на конструкцию вакуумной камеры адгезатора. Требование к однородности магнитных полей ограничивает возможности расположения и типов откачивающих систем.

Конструктивные особенности камеры адгезатора не позволяют производить удаление газа путем прогрева с одновременной его откачкой.

Исходя из указанных особенностей, мы предусмотрели систему получения вакуума в коллективном ускорителе, которую здесь и рассматриваем.

ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА

На рис. 1 дана упрощенная схема вакуумной системы коллективного ускорителя. Ускорительная трубка инжектора электронов /силунд/ представляет собой керамическую трубку длиной 7,5 м, диаметром 6,5 см, разделенную на 5 секций. Каждая секция откачивается отдельным насосом. Конец ускоряющей трубки входит в камеру адгезатора, где происходит образование и сжатие электронного кольца. Камера откачивается через три боковых патрубка. Полученное электронное кольцо выводится через осевой патрубков камеры адгезатора.

Камера представляет собой полый диск со сферическими боковыми стенками, вдавленными во внутрь ^{1/3}. Изготовлена она из листовой нержавеющей стали толщиной 0,5 мм. Объем ее - 100 л, наружный диаметр - 0,9 м, величина внутренней поверхности - $2,5 \text{ м}^2$.

Рабочее давление газа /в торах/ по тракту ускорителя силунд и в адгезаторе указано на рис. 2. В области катода /К/ давление измеряется термопарным датчиком, далее по тракту - магниторазрядным и в остальных точках - ионизационными. Для того чтобы исключить влияние довольно низкого вакуума ускорительной трубки

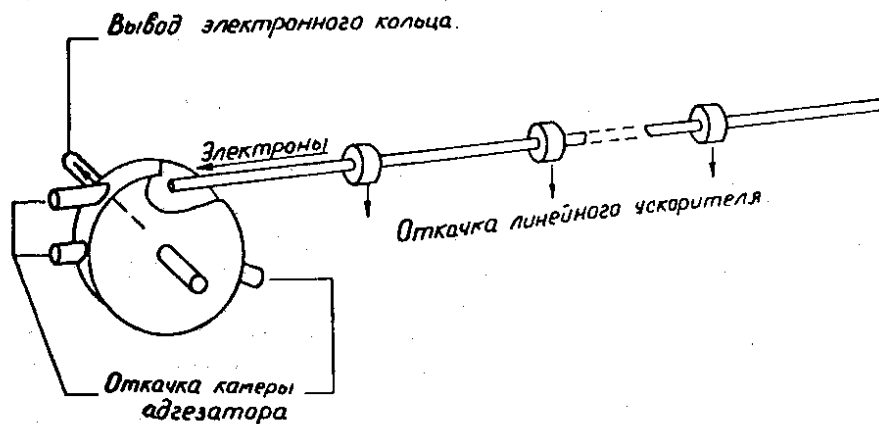


Рис. 1

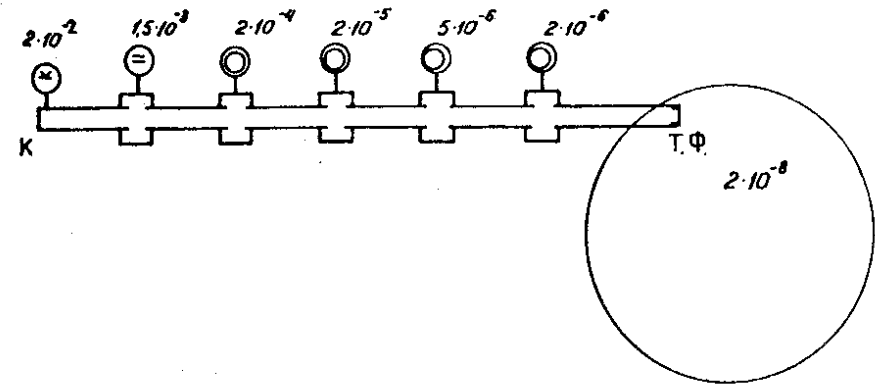


Рис. 2

на давление в камере адгезатора, установлена полугерметичная заглушка /ТФ/ из титановой фольги толщиной $5 \cdot 10^{-3}$ см. Толщина фольги выбирается в зависимости от условий прочности и минимальных потерь энергии ускоренных электронов.

Принципиальная схема вакуумной системы коллективного ускорителя представлена на рис. 3. По ускорительному тракту силунда установлены пять паромасляных насосов 1-3, которые откачивают основную часть газового потока, идущего из источника электронов /К/. Далее откачка производится двумя электроразрядными насосами 4,5. Насосы 3-5 снабжены азотными ловушками. Такая система откачки позволяет получать необходимое давление в конце ускорительного тракта и значительно снижает содержание паров масла и органических загрязнений перед титановой перегородкой /ТФ/. При этом исключается попадание паров органики в объем камеры адгезатора /КА/. Натекание газа в источник электронов осуществляется через игольчатый натекатель /К/.

Ввиду конструктивных особенностей ускорителя нельзя делать в камере адгезатора большие отверстия для откачки, поэтому она производится через три узких патрубка /см. рис. 1/. Для предварительной откачки

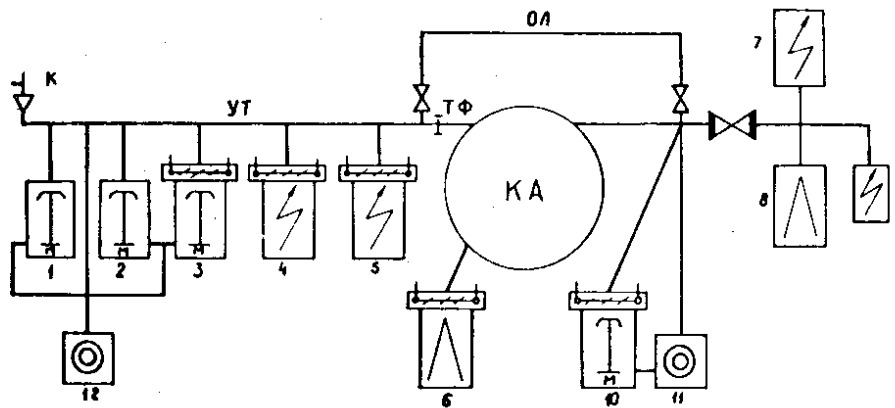


Рис. 3

камеры служит паромасляный насос 10 с азотной ловушкой. Основная откачка производится двумя титановыми сублимационными насосами 6,8 и одним электроразрядным 7. Насос 9 необходим для откачки с прогревом с целью удаления газа в насосах 7 и 8. Насосы 6-8 снабжены азотными ловушками. Кроме этого, в камеру адгезатора введена небольшая криопанель, охлаждаемая жидким азотом. Насосы 11,12 служат для черновой откачки вакуумных объемов и для создания необходимого разрежения на выходе паромасляных насосов. Большинство вакуумных вентилей и затворов на схеме не указаны.

Для предотвращения разрыва титановой фольги при черновой откачке объемов служит обводная линия /ОЛ/. Перед началом откачки вентили на концах этой линии открываются, и давление газа по обе стороны фольги сохраняется одинаковым.

РАБОТА ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ

Перед началом откачки внутренняя поверхность камеры адгезатора тщательно протирается ацетоном, а затем этиловым спиртом.

Черновая откачка ускорительной трубки /УТ/ осуществляется механическим насосом 12, одновременно через обводную линию /ОЛ/ происходит черновая откачка камеры. Через 10-15 мин по достижении в трубке давления $5 \cdot 10^{-2}$ Тор прекращается откачка механическим насосом и начинается откачка паромасляными насосами 1-3. Вместе с ускорительной трубкой через обводную линию откачивается камера адгезатора. По достижении в ускорительной трубке давления $5 \cdot 10^{-5}$ Тор с обеих сторон перекрывается обводная линия /ОЛ/. Включаются в работу насосы 4 и 5.

Одновременно с этим начинается предварительная откачка камеры адгезатора с помощью паромасляного насоса 10. График откачки КА представлен на рис. 4.

Насосом 10 камера откачивается предварительно до давления $1 \cdot 10^{-5}$ Тор /участок 1-2/. Включается прогрев насоса 6, и вакуум резко ухудшается /до $1 \cdot 10^{-4}$ Тор/. Но затем, по мере удаления газа из насоса 6, улучшается до $6 \cdot 10^{-6}$ Тор /участок 2-3/. Удаление газа из этого насоса необходимо, т.к. он не отсекается от камеры и при напуске в нее воздуха им заполняется и насос 6. После прогрева насос 6 включается, и в его ловушку заливается жидкий азот. Давление в камере довольно быстро падает до $5 \cdot 10^{-7}$ Тор /участок 3-4/. Затем отключается насос предварительной откачки 10, и в работу вступают насосы 7 и 8 /участок 4-5/. После этого жидкий азот подается в небольшую криопанель, находящуюся внутри одного из патрубков камеры. Через 25-30 ч в камере адгезатора достигается вакуум $2 \cdot 10^{-8}$ Тор. При работе ускорителя вакуум в камере ухудшается до $4 \cdot 10^{-8}$ Тор, а по прекращении работы восстанавливается за 1-2 ч.

В ускорительной трубке силунда давление $2 \cdot 10^{-6}$ Тор достигается через 5 ч после начала откачки, и поэтому не является заметным временным фактором получения вакуума в коллективном ускорителе.

Вакуумные уплотнения ускорительной трубки и насосов силунда изготовлены из резины. Все уплотнения камеры адгезатора и насосов - металлические /медь, алюминий, индий/.

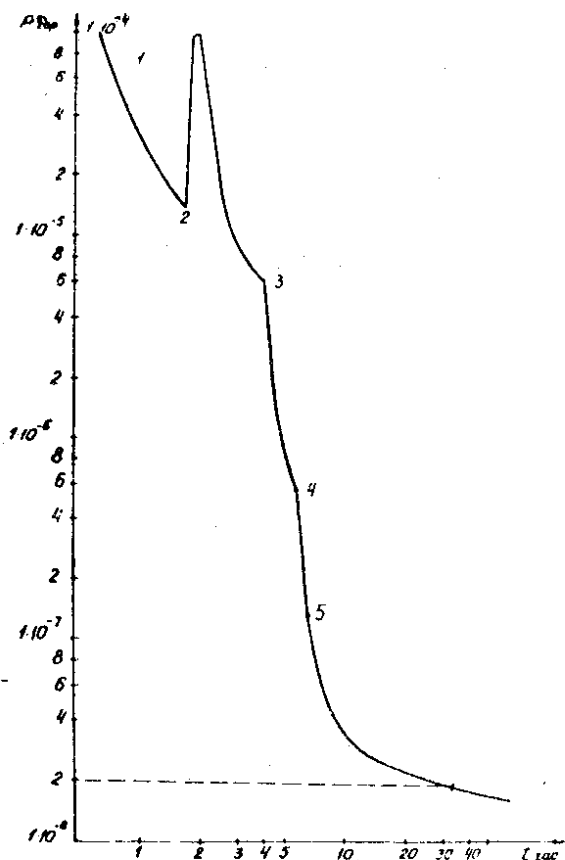


Рис. 4

Производительность насосов 1-3 - по 200 л/с, насосов 4,5,9 - по 100 л/с, насоса 10 - 50 л/с, насоса 6 - 300 л/с, общая производительность насосов 7,8 - 600 л/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности конструкции коллективного ускорителя налагают не совсем обычные требования к вакуумной системе. Большой перепад давлений на ускорительной трубке силунда и требование высокой чистоты объема

привели к использованию комбинации паромасляных и электроразрядных насосов. Азотные ловушки работают довольно эффективно, и ухудшения работы электроразрядных насосов не происходит.

Получение сверхвысокого вакуума в непрогреваемой камере адгезатора требует прежде всего тщательной очистки внутренней поверхности и узлов, вставляемых в камеру. Необходимо также полное исключение резиновых вакуумных уплотнений. Для уплотнения смотровых стекол с успехом применяется индий, а для фланцев - алюминий. Применение для предварительной откачки паромасляного насоса с эффективной азотной ловушкой не отражается на качестве вакуума и не ухудшает работы титановых насосов. Кроме того, применение паромасляного насоса облегчает отыскание течей, т.к. к его выходу подсоединяется гелиевый течеискатель.

Заметно улучшает вакуум в камере адгезатора применение азотных ловушек на титановых насосах. Эти ловушки вымораживают не только пары воды и органики, но также и метан, который образуется в титановых сублимационных насосах. Оказывает значительное влияние на улучшение вакуума криопанель в виде небольшой трубки, охлаждаемой жидким азотом. Она находится в осевом патрубке, расположенном напротив вывода электронного кольца.

В целом, как показала эксплуатация, вакуумная система работает устойчиво и надежно.

В заключение авторы выражают свою признательность В.П.Саранцеву за постоянное внимание к работе и благодарят В.И.Клементьева и И.М.Хохлова за помощь в разработке и эксплуатации системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саранцев В.П., Перельштейн Э.А. Коллективный ускоритель тяжелых ионов ОИЯИ. Физика плазмы, 1977, том 3, вып. 3.
2. Безнощенко Н.И. и др. Труды IV-го Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. т.1, "Наука", М., 1975, с.290.
3. Саранцев В.П. и др. ОИЯИ, Р9-10053, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 января 1978 года.