

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

13-86-602

А.А.Глазов, Ким Чер Хо, В.В.Кондратьев,  
Н.Г.Шакун

**ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК  
ВАКУУМНЫХ УСЛОВИЙ  
В КАМЕРЕ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА  
ПРИ ОТКАЧКЕ ПАРОМАСЛЯНЫМ ДИФфуЗИОННЫМ  
И МАГНИТНЫМ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫМ НАСОСАМИ**

Направлено в Оргкомитет 7 Чехословацкой  
конференции по электронике и вакуумной  
физике, Братислава, ЧССР, сентябрь 1985 г.

**1986**

В связи с модернизацией вакуумной системы фазотрона ЛЯП ОИЯИ существует задача оптимизации откачивающих систем для получения наиболее благоприятных вакуумных условий.

В вакуумном объеме ускорителя находится система формирования магнитного поля. Она имеет большое количество трудноочищаемых деталей. В том же объеме находится система электродов емкостного вариатора частоты с большой поверхностью, на которую действует сильное электрическое высокочастотное поле.

Для исследования влияния различных условий откачки на вакуумные условия были проведены эксперименты по масс-спектрометрическому анализу остаточных газов. Исследования проводились на установке, показанной на рис. I.

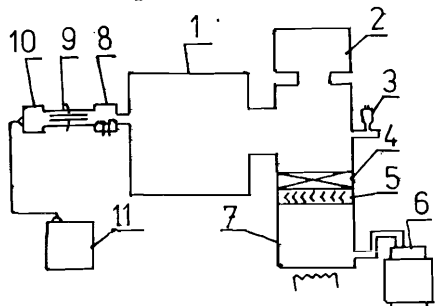


Рис. I. Схема установки:  
 I - резонатор, 2 - "Норд-250",  
 3 - ионизационный вакуумметр,  
 4 - шибер, 5 - ловушка, 6 - форна-  
 сос ВН-I, 7 - дифнасос ВА-2-3,  
 8 - ионизатор, 9 - квадрупольный  
 анализатор, 10 - электромтер,  
 II - самописец.

Оборудование включало: ваку-  
 умный объем с плакировкой, высоко-  
 вольтными вводами и ВЧ-фидером;  
 диффузионный насос ВА-2-3 с азот-

ной ловушкой и шибером; два магниторазрядных насоса "Норд-250"; масс-  
 спектрометр МХ-7304. Все уплотнения выполнены на прокладках из ваку-  
 умной резины. За исключением масс-спектрометра все оборудование ус-  
 тановки в течение ряда лет эксплуатировалось в различных эксперимен-  
 тах. Анализы остаточных газов специально проводились без какой-либо  
 предварительной очистки вакуумного объема.

Масс-спектрометр МХ-7304 обеспечивает регистрацию ионов с масса-  
 ми от I до 220 с разрешением лучше I. При записи на ленту самописца  
 длительность цикла развертки по всему диапазону составляет около  
 15 минут. Это значительно меньше, чем время установления равновесия  
 вакуумных условий в используемом объеме (например, откачка от  
 $2 \cdot 10^{-5}$  до  $1 \cdot 10^{-5}$  мм рт.ст. занимает больше часа). Поэтому масс-спектры  
 с большой точностью можно считать "мгновенными".

Чувствительность масс-спектрометра к различным компонентам остаточных газов близка к чувствительности ионизационных вакуумметров, по которым в большинстве случаев оцениваются вакуумные условия в физических установках. Для близких по химическим свойствам молекул, например для углеводородов разной молекулярной массы, общее сечение образования иона в первом приближении пропорционально молекулярной массе. При этом из-за молекулярного разложения, которое сопровождает ионизацию, образуются многолинейчатые спектры масс ионов. Эти спектры похожи у всех первоначальных углеводородных молекул, что значительно усложняет детальный анализ молекулярного состава остаточного газа  $1/1$ . Однако во многих случаях масс-спектры прямо дают достаточную информацию. Например, интенсивность рассеяния пучков быстрых заряженных частиц зависит от суммы концентраций атомов с данным зарядом ядра, независимо от того, в какие молекулы эти атомы входят. Аналогично зависят и параметры развития высоковольтных разрядов.

Основными компонентами в остаточных газах исследуемой установки являются: азот (молекулярная масса 28), вода (18), кислород (32), водород (2) и углеводородные молекулы (39+220).

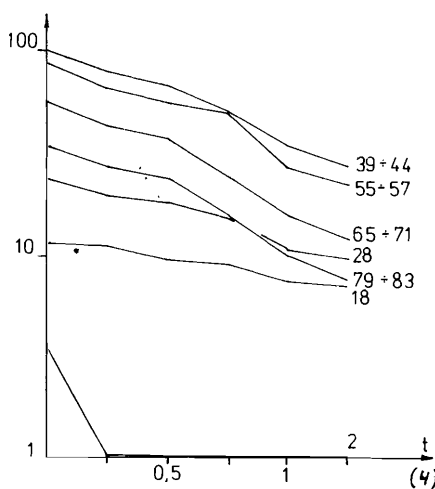


Рис.2. Зависимость относительной интенсивности линий масс-спектра от времени откачки.

Из рис.2 видно, что основную часть остаточных газов составляют углеводороды: масло и продукты его разложения, газоведеления резины и органических материалов изоляторов. Скорость их выделения в объем путем десорбции и диффузии меньше, чем у азота и воды. Поэтому в течение процесса откачки концентрация углеводородов падает быстрее, хотя и при  $1 \cdot 10^{-5}$  мм рт.ст. они составляют около 90% по массе.

Из рис.3 видно, что охлаждение ловушки жидким азотом (момент включения подачи азота отмечен пунктиром) резко понижает давление углеводородных компонентов и воды, так как скорость откачки ловушки как крионасоса в несколько раз больше, чем у диффузионного насоса. Подъем линий углеводородов, особенно тяжелых, на фактор порядка 2, видимо, показывает чувствительность криооткачки к изменениям температуры ловушки.

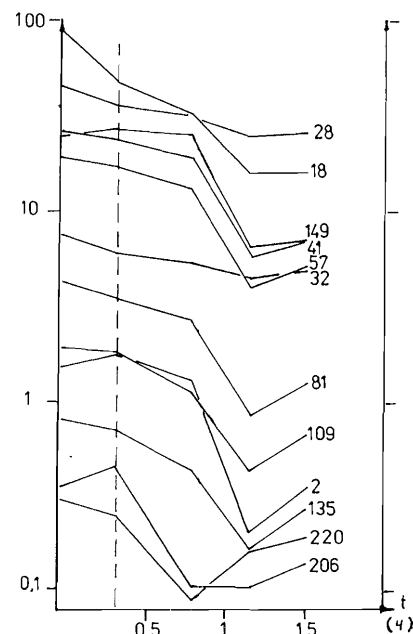


Рис.3. Зависимость относительной интенсивности линий масс-спектра от времени и условий откачки.

На рис.4 и 5 показано изменение состава остаточных газов при переводе откачки с диффузионного насоса с ловушкой на магниторазрядные насосы (момент перевода отмечен пунктиром). Видно, что на изменение вакуума этот переход влияет значительно: откачка азота ухудшилась, а концентрация водорода увеличилась в несколько десятков раз.

Различие в поведении разных массовых линий углеводородов связана, по-видимому, с процессами разложения в разряде.

При длительной откачке изменение концентрации водорода совпадает с изменением концентрации углеводородов. Совокупность признаков указывает на то, что источником водорода является разложение угле-

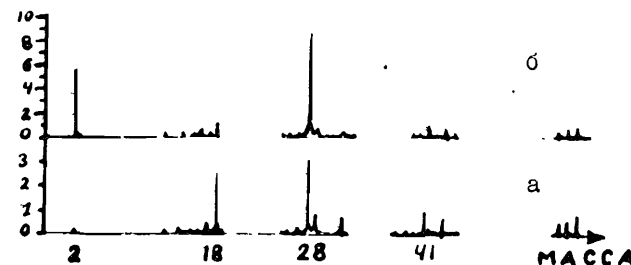


Рис.4. Форма спектра масс в относительных единицах: а) диффузионный насос с азотом, б) насос "Норд-250".

доротов в разряде "Нордов". Выделение водорода в магниторазрядном насосе в данных условиях превышает поглощение. Это явление может значительно ухудшить вакуум при одновременном использовании магниторазряд-

ных и других типов откачивающих систем, так как некоторые насосы (крионасосы, молекулярные) плохо откачивают водород. Чтобы избежать этого, необходимо принимать меры, чтобы углеводороды не попадали в магниторазрядные насосы.

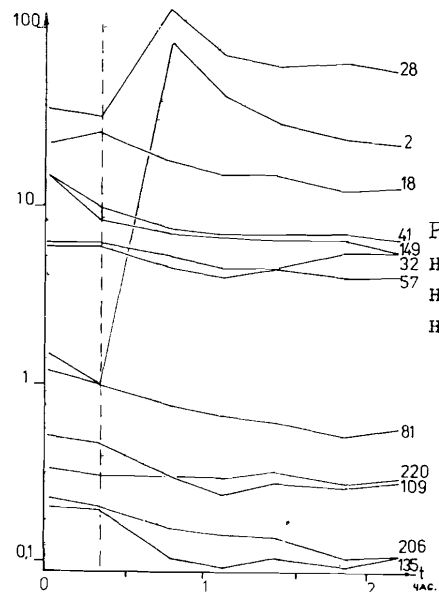


Рис. 5. Относительные величины линий масс-спектра. Слева от пунктирной линии - откачка с диффузионным насосом, справа - с насосом "Норд-250".

Основные результаты экспериментов состоят в том, что применение диффузионных насосов с мощными азотными ловушками может значительно улучшить вакуумные условия в физических установках. Влияние охлаждаемых ловушек сказывается в первую очередь на концентрации

органических молекул, которые могут образовывать полимерные пленки на электродах и тем самым ухудшать вакуумную электроизоляцию.

Результаты работы будут учитываться при модернизации вакуумной системы фазотрона.

#### ЛИТЕРАТУРА

Г. Полякова А.А., Хмельницкий Р.А. Введение в масс-спектропию органических соединений. "Химия", М., Л., 1966 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 сентября 1986 года.

Глазов А.А. и др.

13-86-602

Изменение характеристик вакуумных условий в камере большого объема при откачке паромасляным диффузионным и магнитным электроразрядным насосами

Приводятся результаты масс-спектрометрических исследований остаточного газа в камере с резиновыми уплотнителями при откачке паромасляным диффузионным и магнитным электроразрядным насосами. Рассматривается динамика процесса откачки и влияние азотной ловушки на этот процесс. Показано, что в рассматриваемых условиях концентрация органических молекул в остаточном газе достаточно близка при откачке как электроразрядным насосом, так и диффузионным с азотной ловушкой.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Glasov A.A. et al.

13-86-602

Variation of Parameters of Vacuum Conditions in Large Volume Chamber at Pumping Using Oil-Vapor Diffusion and Magnetic Electrodischarge Pumps

The result of mass-spectrometric studies of residual gas in a chamber with rubber gaskets at pumping using oil-vapor diffusion and magnetic electrodischarge pumps are presented. The dynamics of pumping process and the effect of liquid nitrogen baffle upon this process is considered. It is shown that under these conditions the concentration of organic molecules in residual gas is approximately the same at pumping by the electrodischarge pump and by the diffusion one with nitrogen baffle.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986