

УДК 533.599

МОБИЛЬНЫЙ ПОСТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ БЕЗМАСЛЯНОЙ ОТКАЧКИ ДЛЯ ИСТОЧНИКА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ NESTOR

А.Н. Гордиенко, В.Г. Гревцев, Б.А. Лищенко, И.И. Карнаухов, Н.И. Мочешников

Национальный Научный Центр Харьковский - ФизикоТехнический Институт

Ул. Академическая 1., Харьков, 61108, Украина

E-mail: grevtsev@kipt.kharkov.ua

Поступила в редакцию 14 мая 2010 г.

Сконструирован и изготовлен пост безмасляной вакуумной откачки для генератора рентгеновского излучения NESTOR на основе турбомолекулярного TPS – bench и форвакуумного спирального SH – 110 насосов, который позволит обеспечить необходимое давление запуска магниторазрядных насосов на каналах транспортировки и накопителя электронов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: накопитель электронов, сверхвысокий вакуум, безмасляные вакуумные насосы, магниторазрядный насос, генератор γ – квантов, обратный комптоновский эффект.

МОБИЛЬНИЙ ПОСТ ПОПЕРЕДНЬОГО БЕЗМАСЛЯНОГО ВІДКАЧУВАННЯ ДЛЯ ДЖЕРЕЛА РЕНТГЕНІВСЬКОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ NESTOR

О.М. Гордієнко, В.Г. Гревцев, Б.А. Ліщенко, І.І. Карнаухов, М.І. Мочешніков,

Національний Науковий Центр Харківський - ФізикоТехнічний Інститут

Вул. Академічна 1., Харків, 61108, Україна

Сконструйовано та вироблено пост безмасляного вакуумного відкачування для генератора рентгенівського випромінювання NESTOR на основі турбомолекулярного TPS - bench і форвакуумного спірального SH - 110 насосів, який дозволить забезпечити необхідний тиск запуску магніторозрядних насосів на каналі транспортування та нагромаджувача електронів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: нагромаджувач електронів, надвисокий вакуум, безмасляні вакуумні насоси, магніторозрядний насос, генератор γ – квантів, зворотній комптонівський ефект.

MOBILE POST OF PRELIMINARY OIL - FREE PUMPING FOR THE SOURCE OF X - RAY RADIATION NESTOR

A.N. Gordienko, V.G. Grevtsev, B.A. Lishenko, I.I. Karnaukhov, N.I. Mocheshnikov,

National Science Center "Kharkov Institute of Physics and Technology"

1 Akademicheskaya St., Kharkov, UA-61108, Ukraine

The post of preliminary oil-free pumping has been designed and constructed for the generator of X-ray radiation NESTOR based on turbomolecular TPS-bench and forvacuum spiral SH-110 pumps that will allow to provide the necessary pressure of start of the magnetic discharge pump. in the channel of the transportation and electron storage ring.

KEY WORDS: electron storage ring, ultrahigh vacuum, oil-free vacuum pumps, magnetic discharge pump, generator γ -quantum, back Compton effect.

После сборки вакуумных систем канала транспортировки и накопителя в них необходимо обеспечить давление порядка $\sim 1 \times 10^{-8}$ Тор для включения магниторазрядных насосов (МРН).

Целью работы является описание конструкции мобильного поста предварительной откачки, определение его режимов работы для обеспечения необходимого давления запуска магниторазрядных насосов каналов транспортировки и накопителя.

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ВАКУУМНОГО ПОСТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОТКАЧКИ

На рис. 1. приведена схема вакуумной системы генератора рентгеновского излучения на основе обратного комптоновского рассеяния лазерных фотонов на релятивистском пучке электронов. Она состоит из двух частей: вакуумной системы канала транспортировки пучка от линейного ускорителя – инжектора до инфлекторного устройства накопителя электронов и вакуумной системы накопителя. При монтаже и наладке обеих частей необходимо обеспечить независимый режим их откачки.

Одним из существенных факторов работы МРН насосов является их запуск и эксплуатация при давлении не выше $10^{-7} \div 10^{-8}$ Тор (а не при обычном форвакууме $\sim 10^{-2}$ Тор, как это делается). Это связано с тем, что запуск и работа МРН при «плохом» вакууме приводит к уменьшению скорости откачки и ухудшению «предельного» давления. В таблице приведены данные фирмы VARIAN о сокращении в 2 раза скорости откачки МРН через определенный промежуток времени в зависимости от рабочего давления [4].

Таблица

Данные фирмы VARIAN

P	мбар	$2,5 \times 10^{-6}$	5×10^{-8}	$1,5 \times 10^{-9}$	$1,1 \times 10^{-10}$	$1,1 \times 10^{-11}$
t _{Si/2}	сутки	0,04	1	30	364	3640

© А.Н. Гордиенко, В.Г. Гревцев, Б.А. Лищенко, И.И. Карнаухов, Н.И. Мочешников, 2010

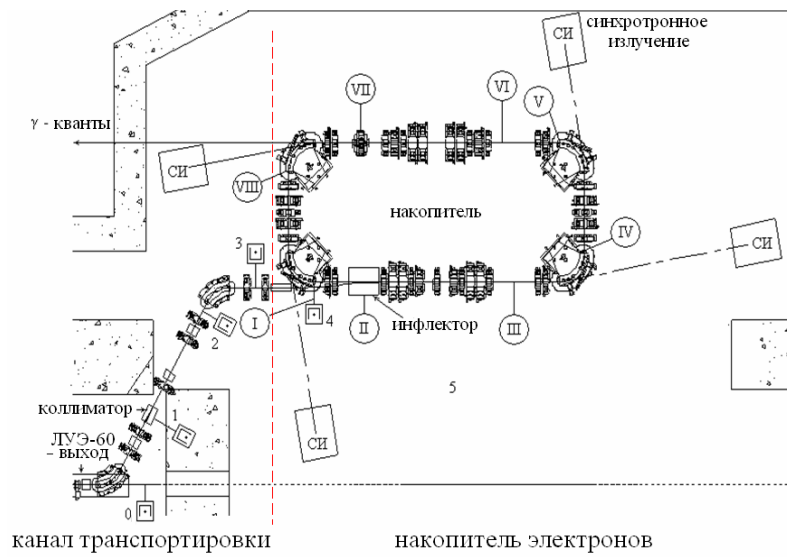


Рис.1. Магнитная структура накопителя и схема постов откачки

Нежелателен также запуск геттерных насосов при давлении выше 10^{-8} Тор, т.к. это приводит к быстрому расходу геттерного материала для сублимационных насосов и уменьшению поглощающей способности насосов на основе нераспыляемого геттера.

Длина вакуумной системы накопителя 15,3 м, канала транспортировки 5,6 м. Из-за плотной установки магнитных элементов крайне ограничены места для установки вакуумных насосов. Кроме того, из-за апертурных ограничений магнитных элементов вакуумная камера накопителя имеет эллиптическое сечение с осями $79 \times 27 \text{ мм}^2$, что ограничивает ее проводимость и делает нецелесообразным применение насосов с высоким быстродействием.

На рис. 2 приведена схема подключения турбомолекулярного насоса (ТМН) к любому фланцу Ду-50 установки NESTOR.

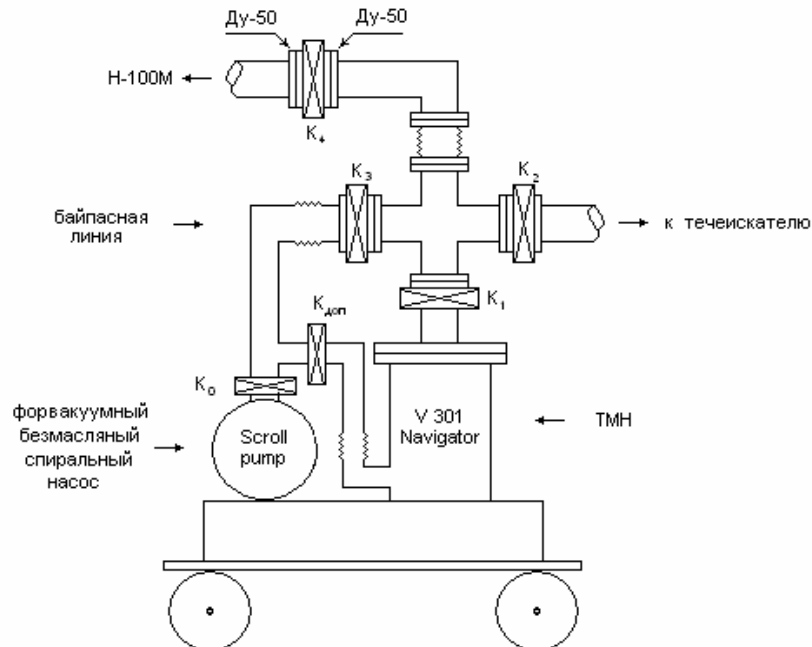


Рис.2. Блок-схема откачки

K_0 – вакуумный клапан комплекса TPS-bench (открывается через 10 с. после включения Scroll Pump);

$K_{доп}$ – дополнительный клапан Ду-25, управляется оператором; $K_1 \div K_4$ - высоковакуумные клапана фирмы VAT и VARIAN.

В качестве основных высоковакуумных уплотнений выбраны медные, прогреваемые типа конфлат и зуб – канавка; для уплотнения форвакуумных трубопроводов ($K_0, K_{доп}$) используется витон.

Наиболее целесообразно обеспечить предварительную откачку вакуумной системы Н-100М с помощью турбомолекулярных безмасляных насосов, имеющих предельное давление $\sim 10^{-9}$ Тор. Для этих целей был выбран ТМН фирмы VARIAN TPS-bench V-301 Navigator. Вид его приведен на рис.3.



Рис.3. Комплекс ТМН TPS-bench

Основные составляющие и характеристики комплекса ТМН TPS-bench.

1. Форвакуумная откачка – безмасляным спиральным насосом SH-110, скорость откачки 90 л/мин, предельное давление $\sim 5 \times 10^{-2}$ Тор.
2. ТМН Turbo – V301 Navigator на керамических подшипниках.
3. Скорость откачки по азоту ~ 250 л/с, по гелию ~ 220 л/с, по водороду ~ 200 л/с. Предельное остаточное давление $\sim 10^{-9}$ Тор.
4. Электронный измеритель давления Eyesys Mini – IMG. Его датчиком является магнетрон инверсного типа, напряжение питания – 3 кВ, область измерения $1 \times 10^{-3} \div 2 \times 10^{-9}$ Тор.
5. Микропроцессорный контроллер Turbo - V301 – AG Rack Controller с частотным конвертором (50 Гц–963 Гц), диагностическими функциями (измерение давления, управление клапаном между форвакуумным насосом и ТМН, контроль скорости вращения, времени работы, температуры).

Одним из преимуществ ТМН Turbo – V301 Navigator является повышенное выпускное давление 18 mbar (13,5 Тор) благодаря специальной системе “Macro Tor.” Это позволяет существенно снизить требования к форвакуумной откачке. Система “Macro Tor.” занимает в ТМН всего 1 дюйм по оси ротора.

В перспективе на накопителе необходимо иметь каналы:

- для измерения парциального состава остаточного газа;
- для измерения скорости откачки, напуска различных газов, чистки поверхностей с помощью тлеющего разряда;
- высоковакуумной откачки в нескольких местах на накопителе и на инжекционном тракте с помощью ТМН.

Наиболее перспективными «точками» подсоединения ТМН для этих целей являются фланцы Ду-50 для установки датчиков давления типа ПММ-46. Такие «точки» имеются на:

- коллиматоре инжекционного канала;
- выходе второго 60° инжекционного магнита;
- на всех камерах дипольных магнитов накопителя.

Общий вид мобильного поста приведен на рис. 4.

Мобильный пост предварительной откачки может работать в одном из двух автономных режимов:

- форвакуумная откачка вакуумной системы: работает только форвакуумный насос до давления $\sim 5 \times 10^{-2}$ Тор;
- предварительная откачка системы турбомолекулярным насосом до давления $\sim 5 \times 10^{-8}$ Тор.



Рис.4. Мобильный пост в сборе

Включение любого из вышеуказанных режимов осуществляется коммутацией клапанов, входящих в состав поста откачки. Первоначально включается форвакуумный насос в откачиваемом объеме до давления $\sim 5 \times 10^{-2}$ Тор. После этого включается турбомолекулярный насос. Во время испытаний поста предварительной откачки с закрытым входом было достигнуто давление $\sim 5 \times 10^{-9}$ Тор. Наличие в конструкции гибкого сильфонного перехода позволяет устанавливать мобильный пост без строгой ориентации по отношению к входному стыковочному фланцу вакуумной системы.

ВЫВОДЫ

1. Наличие сверхвысокого вакуума в собранной вакуумной системе позволит существенно продлить срок службы магниторазрядных насосов.
2. Возможность быстрого перемещения поста предварительной откачки в процессе пуско-наладочных работ дает возможность проводить их одновременно на канале транспортировки и накопителе.
3. Пост предварительной безмасляной откачки способен оперативно обеспечить давление $\leq 5 \times 10^{-8}$ Тор без применения сверхвысоковакуумных насосов других типов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Androssov V., Agafonov A., Botman I.I., et al. X-ray generator - based-on-Compton scattering // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. – 2005 – Vol.A 543 – P. 58-64.
2. А.Н. Гордиенко, В.Г. Гревцев, А.Ю. Зелинский и др. Проблема получения и поддержания сверхвысокого вакуума в источнике комптоновского излучения НЕСТОР // ВАНТ, серия: “Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники”. – 2009. - № 6(64). - Выпуск 18. - С.56-59.
3. А.Н. Гордиенко, В.Г. Гревцев, О.Д. Звонарёва и др. Вакуумная система инжекционного канала для накопителя НЕСТОР // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, серія фізична: “Ядра, частинки, поля”. - 2009. - № 868. - Випуск 3(43). - С.45-47.
4. Ion Pump Technical Notes. Varian Inc. Vacuum Technologies. Product Catalog, 2006. - P. 140-151.
www.varianic.com/products/vacuum/training