

Секция 2. КОМПРЕССОРНЫЕ И РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И УСТАНОВКИ

УДК 621.59

КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА NICA

Швидкий Д. С., Константинов А. В., Митрофанова Ю. А.

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, ул. Ак. Балдина, 4

e-mail: akonstantinov@jinr.ru

Ускорительный комплекс NICA - Nuclotron based Ion Collider fAcility создается в Лаборатории физики высоких энергий с 2013 года и включает в себя три сверхпроводящих ускорителя: Нуклотрон, Бустер и Коллайдер. Рабочая температура колец ускорителя NICA равна 4,5 К. Жидкий гелий для охлаждения и криостатирования сверхпроводящих магнитов ускорителей обеспечивается криогенными установками: рефрижераторами и ожижителями.

Криогенные установки снабжаются сжатым гелием и азотом из двух компрессорных станций. Первая компрессорная станция была запущена в эксплуатацию в 1991 г для снабжения сжатым гелием двух криогенных установок КГУ-1600/4,5, охлаждающих сверхпроводящий ускоритель Нуклотрон. С увеличением холодопроизводящих мощностей, необходимых для охлаждения сверхпроводящих колец Бустера и Коллайдера, возникла потребность в дополнительной компрессии для установок ОГ-1000 и трех сателлитных рефрижераторов РСГ-2000/4.5.

В первой компрессорной станции располагаются винтовые и поршневые гелиевые компрессорные агрегаты. Основными гелиевыми компримирующими установками здесь являются двухступенчатые компрессоры «Каскад-80/25» производства АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа». В винтовом отделении компрессорной установлены два винтовых агрегата, один из которых является предсерийным образцом.

За все время эксплуатации с 1991 г. агрегаты несколько раз проходили капитальный ремонт винтовых пар, а также была произведена замена электродвигателей первой ступени. В январе 2024 г. начата модернизация

предсерийного агрегата «Каскад 80/25», целью которой было повышение производительности и надежности компрессорной установки. Отличие серийного образца заключается в большей производительности винтовой пары второй ступени, и соответственно, ее габаритных размеров.

Из-за меньшей производительности второй ступени предсерийной машины, отличаются межступенчатые давления компрессоров. На предсерийной установке для согласования работы первой и второй ступеней приходилось частично байпасировать первую.

Для установки серийной винтовой пары второй ступени необходимо удлинить место крепления компрессора к раме. Для этого были изготовлены переходные пластины под компрессор и электродвигатель, т.к. он должен находиться на одной оси с винтовой парой с отклонением в допуске до 0.08 мм по вертикали и горизонтали. При этом необходимо перемонтировать трубопроводную обвязку компрессорной установки, т.к. двигатель с компрессором второй ступени стали располагаться выше.

Поршневые гелиевые компрессоры компрессорной станции служат для ступенчатого регулирования производительности криогенных установок и заправки испарившегося гелия в хранилища. В таблице №1 представлены основные характеристики поршневых гелиевых компрессоров.

Таблица 1. Основные характеристики поршневых гелиевых компрессоров

Наименование компрессорного агрегата	405ГП-20/31	305НП-20/31	2ГМ4-12/31	6ГШ1.6-2/1.1-200-1
Кол-во, шт	1	2	3	3
Производительность, м ³ /ч	1200	1200	720	120
Давление нагнетания, МПа	3.1	3.1	3.1	20
Число ступеней сжатия	4	4	4	5
Мощность электродвигателя, кВт	200	200	160	55
Частота вращения, об/мин	500	500	700/350	1450

В 2023 году была закончена модернизация парка поршневых компрессоров в компрессорной станции. Все отработавшие ресурс трехступенчатые агрегаты производства завода «Борец», были заменены на новые четырехступенчатые,

произведенные на заводах «Косма» и «Тегас» г. Краснодар. Увеличение количества ступеней позволило увеличить надежность компрессоров, благодаря более оптимальному распределению температур в ступенях. Старые компрессоры типа 1ВУВ-45/150 для закачки испарившегося гелия, были заменены на компрессоры 6ГШ1.6-2/1.1-200-1 производства «УКЗ» г. Екатеринбург.

Вторая компрессорная станция имеет в своем составе винтовые гелиевые компрессоры «Каскад-110/30» производства АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», а также центробежные и поршневые азотные компрессорные установки. Установленная мощность станции составляет 7,4 МВт.

Винтовые компрессоры «Каскад-110/30» представляют собой трехкорпусную двухступенчатую компрессорную установку. В новой компрессорной станции установлено два таких агрегата. В феврале 2024 года винтовые компрессоры успешно прошли пусконаладочные работы и показали заявленную производительность в 6600 нм^3 /ч при давлении 3,0 МПа. Основные отличия новых винтовых компрессоров от «Каскада 80/25» - наличие собственного электродвигателя на каждом компрессоре первой ступени, усовершенствованной маслосистемы с пусковым масляным электронасосом, а также возможность регулировки производительности установки в широком диапазоне от 20 до 100 % путем включения/ выключения/ одного из двигателей первой ступени и регулировки с помощью золотниковых регуляторов.

Азотная система комплекса NICA состоит из установок ожижителя азота ОА-1,3 и двух реконденсаторов паров азота РА-0,5. Данные установки снабжаются сжатым газом посредством центробежного компрессора «Аэроком-2179/18» производства АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» и компрессоров Samsung SM5000. Поршневые азотные компрессоры типа 6ГШ1,6-2/1,1-200-2 служат для закачки азота в хранилища. В феврале 2024 года все азотные компрессоры успешно прошли пусконаладочные работы. Запуск азотной системы комплекса NICA запланирован на конец 2024 года.

Для работы пневматической арматуры криогенного комплекса установлены два воздушных винтовых компрессора AtlasCopco (Швеция) производительностью 150 и 180 м^3 /ч. Компрессор GA18 расположен в новой компрессорной станции, компрессор GA22 - в здании центральной криогенной станции.