

Complex of preparation and assembling of high-vacuum elements of accelerator systems

Zinovyev L.V. and NICA team

Комплекс подготовки и сборки деталей высоковакуумных систем ускорителей.



Мойка



Прогрев



Сборка в чистом помещении

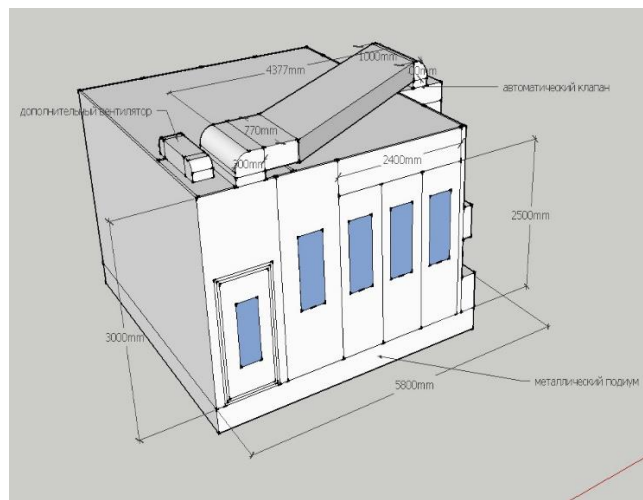
В строящемся бустере коллайдера NICA и непосредственно в самом коллайдере NICA, для получения необходимых заданных параметров установки, необходимо будет получать внутри системы очень высокий вакуум. При получении очень высокого вакуума есть проблема, загрязнения деталей, если детали недостаточно очищены от грязи (следы от отпечатков пальцев, масляные отложения и пр.) то получить высокий требуемый вакуум не всегда получается, а иногда и вовсе невозможно. И для решения проблемы с первоклассной очисткой деталей, в рамках строящегося коллайдера NICA, на базе ЛФВЭ решено создать комплекс подготовки, очистки и сборки деталей высоковакуумных систем.



Мойка



Прогрев



Сборка в чистом помещении

Комплекс в себя будет включать:

- Первоначальную грубую очистку деталей водой под давлением;
- Автоматическую линию ультразвуковых ванн (состоящую из двух ультразвуковых ванн, одной ванны для ополаскивания и одной ванны сушки)
- Вакуумную печь прогрева до 600°C ;
- Чистое помещение для сборки, обеспечивающее пезпылевое пространство, и имеющую дополнительную функцию сушки с прогревом до 90°C .

План размещения комплекса и последовательность подготовки деталей.

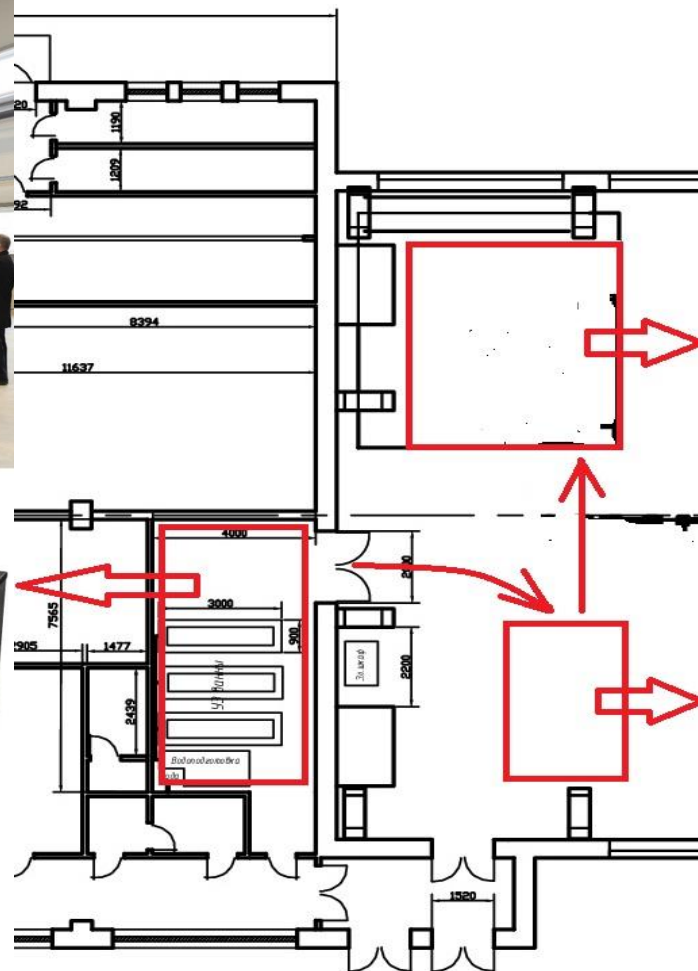
План корпуса 203А



Ультразвуковые Ванны



План-схема комплекса



Чистое помещение



Вакуумная печь прогрева

МОЙКА

Для достижения необходимых вакуумных условий на высоковакуумном стенде, расположенном в чистой комнате, необходимо предварительно произвести очистку вакуумных изделий с помощью моющих растворов в ультразвуковых ваннах.

На этапе сборки высоковакуумных изделий проекта NISA, будет использован комплекс ультразвуковых ванн состоящий из трёх ванн, в которых поочерёдно будет осуществляться очистка деталей согласно технологии реализованной фирмой «Александра-Плюс».



Производственные мощности

Ультразвуковые
ванны



Очистка изделий и деталей



Очистка проволоки



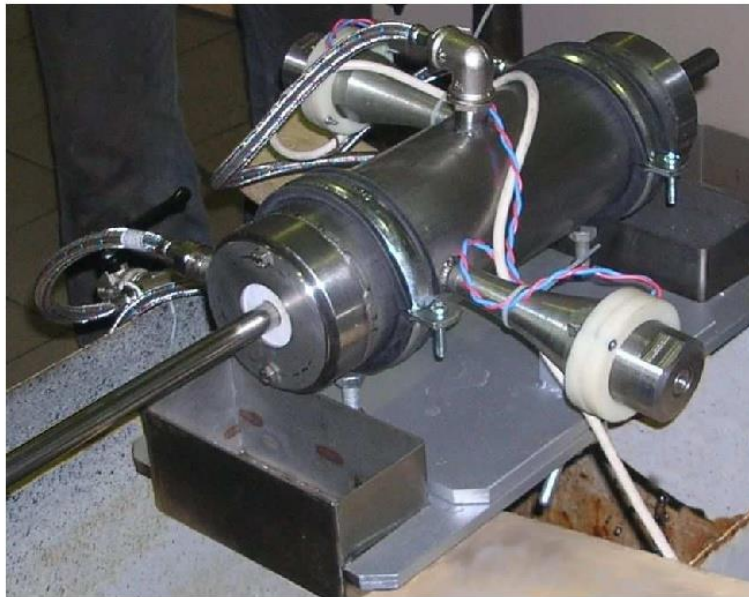
Комплексные УЗ линии



Установки для дезактивации



Очистка труб



Установка на Московском трубном
заводе «Филит»

Очистка ленты и труб



Установки поставлены на Первоуральский
новотрубный завод

Очистка ленты от смазки труб перед цинкованием

Контактный ультразвук



Очистка картера турбины для ПАО
«Кузнецов»

ПРОГРЕВ

Для получения сверхвысокого вакуума, требуется обязательная предварительная очистка элементов ускорителя от углеводородов. Очистка производится путём равномерного прогрева деталей до температуры 600 °С. При длительном воздействии высокой температуры, все загрязнения на поверхности элементов ускорителя будут удалены.



На этапе сборки высоковакуумных изделий проекта NICA, будет использована вакуумная печь прогрева в которой будет осуществляться очистка деталей согласно технологии.

Печь трубчатая раскладная

Характеристики печи прогрева:

Рабочий вакуум: 10^{-5} Па. При подборе материалов для создания элементов печи, необходимо учитывать, что прогреваемые в печи детали будут эксплуатироваться при рабочем вакууме 10^{-11} Па.

Патрубки откачки должны находиться с обеих сторон печи;

Откачка объёма должна осуществляться турбо-молекулярными насосами (безмасляные насосы);

Насосы должны быть защищены от воздействия инфракрасного излучения шевронными ловушками;

Печь должна быть оснащена системами защиты с соблюдением ПУЭ;

Время загрузки печи не должно превышать 10-и минут;

Зона температурной однородности при температуре 500-600 °С - ± 20 °С на всём рабочем размере.

Должна быть система напуска инертного газа с системой контроля;

При длительном прогреве на максимальной мощности, температура внешних стен печи не должна превышать температуру окружающей среды на 20 ± 5 °С;

Печь должны быть оснащена собственной автономной системой водяного охлаждения. При этом должна быть предусмотрена возможность подключения системы резервного водоснабжения.

Должна быть предусмотрена возможность удалённого управления процессом прогрева.

Все параметры и состояния оборудования должны записываться (логироваться) в файле с частотой не реже одного раза в минуту.

1. Технические характеристики

Внешний диаметр трубы	мм	320
Внутренний диаметр трубы	мм	300
Длина трубы	мм	5000
Обогревая длина трубы	мм	3500
Зона температурной однородности $\pm 10^\circ$ (при $T=500^\circ\text{C}$, нормальном давлении и после выдержки)	мм	1750
Зона температурной однородности $\pm 20^\circ$ (при $T=500^\circ\text{C}$, нормальном давлении и после выдержки)	мм	2500
Материал трубы		Нержавеющая сталь 1.4301 (аналог 08X18H10)
Внешние размеры печи	мм	Не определены
Максимальная температура	$^\circ\text{C}$	600
Рабочая температура	$^\circ\text{C}$	550
Максимальная температура при работе в вакууме	$^\circ\text{C}$	600
Количество зон нагрева		6
Характеристики сети		380 В, 3 фазы
Напряжение	кВт	~30
Вес	кг	Не определён
Проток воды для охлаждения фланцев	л/мин	2-3

2. Комплектация

2.1. Корпус

- Раскрываемая система для удобной смены труб
- Подразумевает подключения для охлаждающей воды для фланцев
- Двуслойная изоляция

2.2. Нагрев

- Нагревательные элементы на поддерживающих трубках
- Твердотельные реле обеспечивают бесшумную работу
- Контроль нагрева производится по шести зонам для компенсации теплопотерь с концов трубы и увеличения зоны с хорошей температурной однородностью. Температура задаётся в центральной зоне, температура в остальных зонах настраивается автоматически. Между зонами нет изоляции и настройка градиента температур не предусмотрена.
- Измерение температуры производится как в камере печи за пределами рабочей трубы, так и внутри самой трубы. Термопары типа N. Отсюда два возможных способа работы:
 - Контроль температуры без использования садочной термопары. В этом случае замер температуры будет производиться в точке между изоляцией и трубой, рядом с нагревателями. Показания температуры будут немного выше (~50°C), чем реальная температура у садки, скорость нагрева так же будет отображаться более высокой, чем будет в трубе.
 - Контроль садки. В этом случае управляющей термопарой будет садочная, которая находится рядом с садкой.

2.3.Изоляция

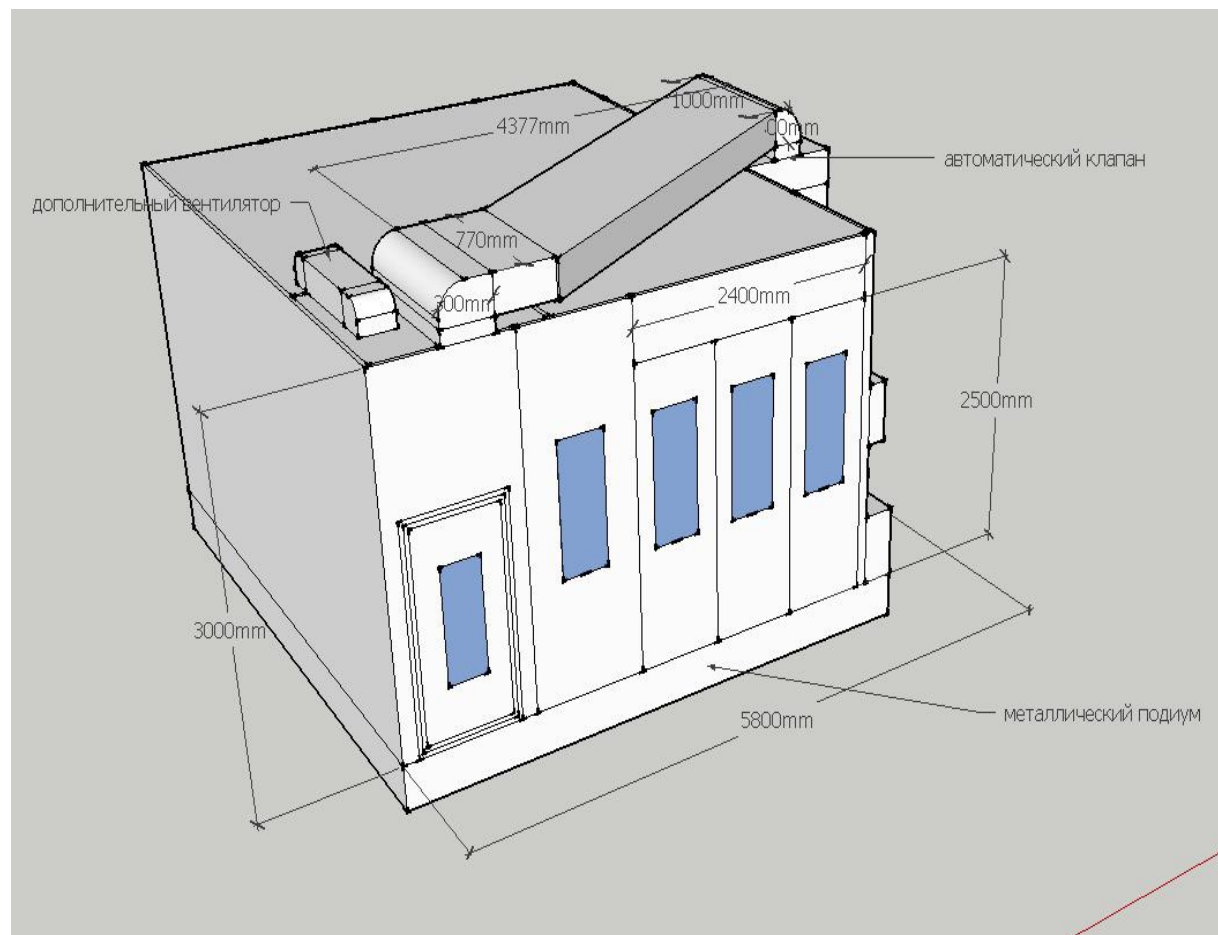
- Крышки печи будут покрыты волокнистой керамической изоляцией
- Боковые стенки и под покрыты отражающим изоляционным кирпичом
- В качестве уплотнения будет использоваться термостойкая текстильная лента
- Не используются канцерогенные материалы

2.4.Вакуумные фланцы

- 2 вакуумных, водоохлаждаемых фланца, изготовленные из стали 1.4301 (ближайший российский аналог **08X18H10**)



ЧИСТОЕ ПОМЕЩЕНИЕ













ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСТОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Размеры внешние	Д x Ш x В, мм	5450 x 5800 x 3000
Размеры внутренние (рабочие)	Д x Ш x В, мм	5370 x 4720 x 2600
Размеры ворот (трехстворчатые, с окнами)	Ш x В, мм	2400 x 2500
Стены, сэндвич панели	наполнитель	пенополиуретан
Электропитание 50Гц	вольт	380
Тепловая мощность, кВт Включение секционное	Электрический теплогенератор	2 x 15 = 30
Интервал рабочих температур	оС	20 - 90
Производительность по воздуху, м.куб/час (Вентилятор производства Италия, с ременным приводом в шумоизоляционном коробе)	фактическая	5000
Электродвигатели (кол-во, мощность)	Шт.	1
Группа притока	кВт	1 x 3
Группа вытяжки	кВт	отсутствует
Окна	13 шт.	1100 x 440
Светильники, светодиодные	верхний ряд, шт.	9 x 4 лампы
	нижний ряд, шт.	опция
Суммарная мощность светильников	верхний ряд, Вт	576
	нижний ряд, Вт	0
Степень очистки	%	93 – 97
Электрическая потребляемая мощность мах,	кВт	33,6
Вытяжной фильтр карманный		комплект
Клапаны для смены воздуха	100 x 100	ручные
Металлический подиум.	предоставляет	Заказчик.
Решетки для металлического подиума	предоставляет	Поставщик
Тамбур с 2 мя дверями	ед.	1
Вентилятор очистки тамбура 1000м ³ /час с фильтрами грубой и тонкой очистки с кассетой и вентиляционными коробами.	ед.	1
Вентиляционный короб с клапаном ручным	ед.	1

Благодаря
за
вниманието!