

Семейство вакуумных установок BRV 700-О для нанесения многослойных функциональных покрытий на оптические элементы (базовая модель, максимальная комплектация).

Вакуумная установка типа BRV 700-О является базовой моделью. На основе BRV 700-О формируются практически любые технические направления, которые могут быть решены контролируемым получением однослойных и многослойных оптических покрытий методом электронно-лучевого испарения с ионным ассистированием.



Общий вид вакуумной установки BRV 700-О

1. Вакуумная установка состоит из:

- вакуумной камеры (поз. 2) из нержавеющей стали размером $\varnothing 700 \times 700$ мм с ручьями охлаждения и вводами (поз. 36) для монтажа охлаждаемой ловушки (отдельная опция);
- двух электронно-лучевых испарителей (поз. 26) с заслонками (поз. 29);
- резистивного испарителя (поз. 27) с заслонкой (поз. 29);
- системы оптического контроля (поз. 19) наносимого покрытия с механизмом смены контрольных образцов (поз. 8);
- кварцевых датчиков толщины наносимых покрытий с контроллером (поз. 18);
- низкоэнергетичного ионного источника (поз. 28) для ионной очистки и ассистирования с блоком управления и питания;
- технологической оснастки (поз. 9) с одинарным и двойным вращением;
- системы подвижных и неподвижных масок (поз. 32) для выравнивания толщины наносимых покрытий по поверхности детали;
- нагревателя деталей с использованием ТЭНов и датчика температуры;
- каркаса силового (поз. 1);
- турбомолекулярного насоса (ТМН) (поз. 4) на магнитном подвесе, со скоростью откачки не менее 2000 л/сек по азоту;
- затвора высоковакуумного (поз. 5) не менее Ду250 (пневмопривод);
- «сухого» насоса (поз. 3) со скоростью откачки не менее 20 л/с по азоту;
- форвакуумного клапана (поз. 6.1) с Ду40 (пневмопривод);
- байпасного клапана (поз. 6.2) Ду63 (пневмопривод);
- аварийного клапана (поз. 6.3) Ду63 (пневмопривод);
- активных датчиков давления (вакуума) (поз. 37 и поз. 38);
- защитно-декоративных панелей со встроенными замками;

- системы управления и питания.

Все узлы размещаются на единой платформе.

2. Основные технические параметры.

2.1. Предельно достижимое давление в рабочей камере, без ее прогрева, не более $1,33 \times 10^{-5}$ Па. Время выхода ТМН (поз. 4) на рабочий режим не более 15 мин. Время остановки ТМН не более 15 мин. Время откачки от атмосферного давления до давления 5×10^{-3} Па в камере, без её предварительного прогрева не превышает 30 мин. Ориентация ТМН – вертикальная, «вверх ногами», для минимизации попадания остатков продуктов напыления в ТМН. Применение ТМН на магнитном подвесе позволяет полностью исключить попадание масла в камеру. Контроллер (поз. 15) ТМН определяет его работу в целом. Механический насос – «сухой» насос с производительностью не менее 20 л/с по азоту.

2.2. Узел измерения вакуума.

Контроль вакуума от 10^5 Па до 10^{-5} Па.

Контроль давления в диапазоне от 10^5 Па до 10^{-1} Па осуществляется в следующих точках на основе манометрических преобразователей – вакуумных датчиков типа Pirani (поз. 37):

- на входе форвакуумного агрегата;
- в форвакуумной магистрали на выходе ТМН;
- в вакуумной камере.

Контроль давления в диапазоне от 10^{-1} Па до 10^{-5} Па осуществляется на основе магниторазрядных приборов (поз. 38). Точка контроля – вакуумная камера.

Как дополнительная опция, для контроля технологического вакуума устанавливается ионизационный датчик. Точка контроля – вакуумная камера.

Информация от вакуумных датчиков поступает напрямую в промышленный контроллер.

2.3. Контроллер скорости осаждения и толщины растущей пленки (поз. 18).

Контроллер 3-х канальный, выполнен на базе кварцевого измерителя толщины и скорости осаждения пленки. В чувствительном элементе используются позолоченные кварцевые кристаллы с частотой 6 мГц и диаметром кристалла 14 мм.

Пространственно разнесенные чувствительные элементы контроллера выполняют следующие функции:

- каждый из боковых контролирует и управляет процессом испарения материала из одного электронно-лучевого испарителя;
- центральный контролирует толщину наносимого покрытия и имеет возможность изменять положение по высоте, относительно дна камеры, на расстояние не менее 100 мм.

При работе с плоским держателем подложек (центральный чувствительный элемент закрыт) контроль толщины и скорости осаждения покрытий ведется по сигналам боковых элементов. Центральный элемент представляет собой двойной датчик с управляемой заслонкой.

2.4. Узел фотометрического контроля толщины растущей пленки (поз. 19).

Узел фотометрического контроля представляет собой систему реального времени (спектровизор) в диапазоне 180 ÷ 2 500 нм. Как дополнительная опция возможно увеличение контролируемого диапазона до 16 000 нм (Фурье-спектровизор).

Способ контроля: постоянный на пропускание/отражение по свидетелю. Точность контроля спектральной характеристики – не более 1 нм в диапазоне (180

÷ 2500) нм. Предусмотрен отдельный 19-дюймовый ЖК-монитор (поз. 34) в составе оптического контроля.

Контроль производится непрерывно во всем контролируемом диапазоне. Сигнал о завершении нанесения соответствующего слоя поступает не менее чем по пяти точкам. Оптическая часть сформирована на основе ПЗС-линеек. Оптические сигналы поступают по кварцевым световодам. Количество контрольных образцов – не менее 8 шт. диаметром не менее 22 мм. Как дополнительная опция, количество контрольных образцов может быть увеличено.

2.5. Ионный источник очистки и ассистирования (поз. 28) с устройством напуска технологических газов.

Ионный источник предназначен для активации подложек перед нанесением покрытия и сопровождения процесса нанесения покрытий. В качестве низкоэнергетичного источника ионов используется торцевой холловский ускоритель. Ионный источник ассистирования имеет систему компенсации заряда. Поток ионов равномерно обрабатывает всю область расположения подложек на технологической оснастке. Количество ионных источников – 1 шт.

Блок питания ионного источника (поз. 19) имеет возможность управления и индикации параметров работы на лицевой панели и управления от компьютера по интерфейсам RS232/ RS485. Блок питания имеет блокировку, отключающую подачу напряжения на выход каналов по сигналу от внешнего устройства. Событие, при котором произошло срабатывание защиты или блокировки, отображается на лицевой панели блока питания. Блок питания выполнен в 19” корпусе. Блок питания имеет защиту от перегрева. Охлаждение – принудительное воздушное. Режим работы блока питания – длительный.

Блок питания имеет возможность работы в режиме стабилизации напряжения, тока, мощности. Точность стабилизации среднего значения выходных параметров – 2%.

2.6. Пневмо-гидросистема (поз. 12 и поз. 22).

Гидросистема служит для охлаждения:

- тиглей электронно-лучевого испарителя;
- вакуумной камеры;
- резистивных испарителей;
- ионных источников;
- ТМН.

Для охлаждения камеры и технологических устройств применяется система автономного водоснабжения (чиллер-рециркулятор), с расходом 2 600 л/час. Температура охлаждающей жидкости – 5...25 °С. Емкость заправки буферного бака – до 100 литров дистиллированной воды.

Система охлаждения имеет датчики и клапаны для организации автоматической работы установки, имеет устройства для регулировки расхода воды по охлаждающим узлам. Подача горячей воды обеспечивается встроенным проточным нагревателем. На входах холодной и горячей воды имеются фильтры. Включение и отключение подачи холодной/горячей воды к отдельным узлам осуществляется с помощью электромагнитных вентилях, за исключением ТМН, охлаждение которого осуществляется постоянно. Для контроля за подачей воды в системе предусмотрены реле расхода. Для предотвращения попадания воды в камеру во время замены тиглей в электронно-лучевых испарителях предусмотрены ручные шаровые вентили.

Пневматическая система предназначена для управления высоковакуумным затвором, форвакуумным клапаном для низковакуумной откачки ТМН, байпасным клапаном для низковакуумной откачки камеры, заслонками электронно-лучевых и резистивных испарителей и центрального элемента кварцевого контроля. На входе в пневмосистему вакуумной установки имеется блок подготовки воздуха, состоящий из фильтра-влагоотделителя,

маслораспределителя и манометра, регулируемого реле давления. Все пневмораспределители имеют глушители для обеспечения бесшумной работы.

Для создания сжатого воздуха предусмотрен встроенный компрессор с ресивером объемом не менее 20 л. Напуск воздуха в камеру обеспечивается клапаном напуска (поз. 39) с глушителем.

2.7. Узел электронно-лучевого испарителя (ЭЛИ) (поз. 26).

Электронно-лучевой испаритель имеет следующие характеристики:

- угол поворота луча – 270° ;
- максимальная мощность – 9кВт;
- выходное напряжение регулируемое до 9 кВ;
- две рабочие ступени 6 и 9 кВ;
- выходной ток $0 \div 1000$ mA;
- пульсация выходного напряжения 1%;
- точность стабилизации выходного напряжения 1%;
- выходной ток блока накала до 40А;
- выходное напряжение блока накала до 10В переменного тока;
- точность позиционирования тигля – не более 1° ;
- объем однопозиционного тигля электронно-лучевого испарителя – до 135 см³;
- объем позиции шестипозиционного тигля электронно-лучевого испарителя – до 9 см³.
- предусмотрена одновременная (параллельная) работа обоих электронно-лучевых испарителей.

Применяемые медные водоохлаждаемые тигли:

- однопозиционные – 1 шт.;
- двухпозиционные – 1 шт.;
- трехпозиционные – 1 шт.;
- четырехпозиционные – 1 шт. (отдельная опция);
- пятипозиционные – 1 шт. (отдельная опция);
- шестипозиционные – 1 шт. (отдельная опция).

Подвод питания к ЭЛИ осуществляется через высоковольтные вводы (поз. 30). ЭЛИ имеет управляемую заслонку (поз. 29). ЭЛИ обеспечивает возможность работы в среде кислорода.

Блоки развертки (поз. 17) электронного луча с внешним управлением по интерфейсу RS232/485 – 2 шт. Каждый блок развертки имеет два независимых канала по осям X и Y. Управление работой блока осуществляется посредством пульта управления. Сведения о работе отображаются на центральном мониторе (поз. 20) управления вакуумной установкой.

Питание ЭЛИ обеспечивается блоком силовых высоковольтных трансформаторов (поз. 23) с панелью выпрямителя высоковольтного блока (поз. 33). Для стабилизации выходного высоковольтного напряжения служит генераторная лампа (поз. 13) с вентилятором охлаждения (поз. 14). Питание ЭЛИ регулируется системой управления высоковольтного блока (поз. 11). Вращение тигля ЭЛИ осуществляется регулируемым приводом (поз. 7).

2.8. Элементы узла резистивного испарения (поз. 27).

Количество резистивных испарителей – 1 шт., водоохлаждаемый; максимальный ток – до 300А.

Резистивный испаритель имеет управляемую заслонку (поз. 29). Питание резистивного испарителя обеспечивается блоком силовых трансформаторов (поз. 21).

2.9. Элементы технологической оснастки (поз. 41) и вращения.

Наличие одинарного куполообразного и плоского столика либо планетарного вращения. Система вращения карусели – электрический привод. Скорость вращения – регулируемая, плавная, от 0 до 40 об/мин с помощью частотного регулятора. Привод вращения (поз. 9) карусели – бесступенчатый, верхнее осевое расположение. Механизм крепления подколпачной арматуры унифицирован для всех видов технологической оснастки. На плоский столик возможна установка деталей с максимальным диаметром до 500 мм (отдельная опция). На планетарной системе возможно нанесение покрытий на детали с максимальным диаметром до 350 мм в количестве 3 шт. (отдельная опция).

2.10. Элементы узла нагрева подложек.

Нагрев подложек на основе ТЭНов (поз. 40). Отдельная опция – нагрев деталей ИК-лампами. Максимальная температура нагрева достигает 350 °С. Контроль температуры – термопарный, косвенный (контроль температуры карусели) с выводом цифровой информации на экране монитора ПК (поз. 20). Точность поддержания температуры ± 5 °С. Плавное регулирование температуры и скорости нагрева.

2.11. Система управления (поз. 10) и питания.

Тип системы управления – PLC, на основе промышленных контроллеров «Wago».

Функционирование установки возможно в трех режимах:

- ручном;

- полуавтоматическом;
- автоматическом.

В ручном режиме персоналу доступны органы управления насосным стандом, испарителями, клапаном напуска воздуха в камеру через промышленный компьютер (ПК).

В полуавтоматическом режиме – управление насосным стандом ручное, а процесс нанесения, автоматический с возможностью доступа к элементам процесса через ПК.

В автоматическом режиме – управление установкой с начала откачки камеры до окончания процесса нанесения покрытия автоматическое, без возможности вмешательства персонала.

Во всех режимах работы обеспечен свободный выбор контроля толщины в процессе нанесения покрытия.

Полуавтоматический и автоматический режимы установкой используются для:

- визуализации систем;
- ведения протокола процесса напыления;

-демонстрации параметров процесса нанесения покрытия с возможностью распечатки на принтере при подключении соответствующего печатного устройства;

- сохранения и управления параметрами;
- ведения статистики процессов;
- ведения списка аварийных ситуаций.

ПК установки имеет возможность подключения к местной локальной сети. В программе управляющего компьютера есть функция технической диагностики состояния установки.

Предусмотрены два монитора отображения информации:

- монитор №1 (поз. 34) – для отображения параметров работы оптического контроля;

- монитор №2 (поз. 20) – тактильно-чувствительный 17-дюймовый монитор для отображения работы вакуумной установки и ввода технологических параметров.

Программное обеспечение Оборудования обеспечивает:

- надежную работу установки в автоматическом режиме и в режиме ручного управления;
- удобный способ задания технологических режимов работы (рецептов технологии) для осуществления процессов вакуумной откачки, ионной очистки, напыления, нагрева и охлаждения, газонапуска в заданной последовательности в соответствии с заданными значениями технологических параметров;
- сохранение в памяти компьютера (на жестком диске) до 1000 шт. и более разработанных рецептов;
- вызов из памяти компьютера рецептов в процессе работы на вакуумной установке;
- возможность редактирования рецептов и их удаления при необходимости;
- возможность установки защиты от несанкционированного доступа к управляющим программам;
- возможность протоколирования производимого технологического цикла напыления с фиксированием заданных и действительных технологических параметров по вакууму, ионной очистке, напылению, охлаждению, напуска аргона и воздуха, толщине покрытия – в режиме реального времени в виде диаграммы;
- возможность сохранения в памяти компьютера (на жестком диске) до 1000 и более протоколов произведенных циклов напыления и распечатки на бумажный носитель.

Ввод и редактирование технологических параметров можно осуществлять как с монитора (поз. 20), так и с клавиатуры (поз. 35). Клавиатура с мышью располагаются на выдвижном столике.

2.12. Газовая система.

Рабочие газы – O₂, Ar. Управление расходом газов с помощью расходомеров РРГ10 (поз. 24) по аналоговому сигналу. Количество расходомеров – 2 шт.

2.13. Показатели назначения.

Неравномерность нанесения покрытий по куполу не более $\pm 1,5\%$. Неравномерность нанесения покрытий при применении планетарной системы по куполу не более $\pm 1\%$. Предусмотрена оснастка для установки масок (поз. 32).

- Вместимость куполообразного подложкодержателя, деталей диаметром 40 мм, шт.: не менее 90.

- Вместимость планетарных подложкодержателей, деталей диаметром 40 мм, шт.: не менее 54.

- Максимальная масса подложек, устанавливаемых на арматуре, кг, не более: 100.

- Средний уровень шума, дБа, не более: 75.

- Установленный срок службы до капитального ремонта при двухсменной работе при соблюдении правил эксплуатации, лет, не менее: 8.

- Мощность, потребляемая вакуумной установкой, кВт, не более: 30.

- Общая площадь, занимаемая вакуумной установкой без учета форвакуумного агрегата и зоны технологического обслуживания, м², не более: 3.

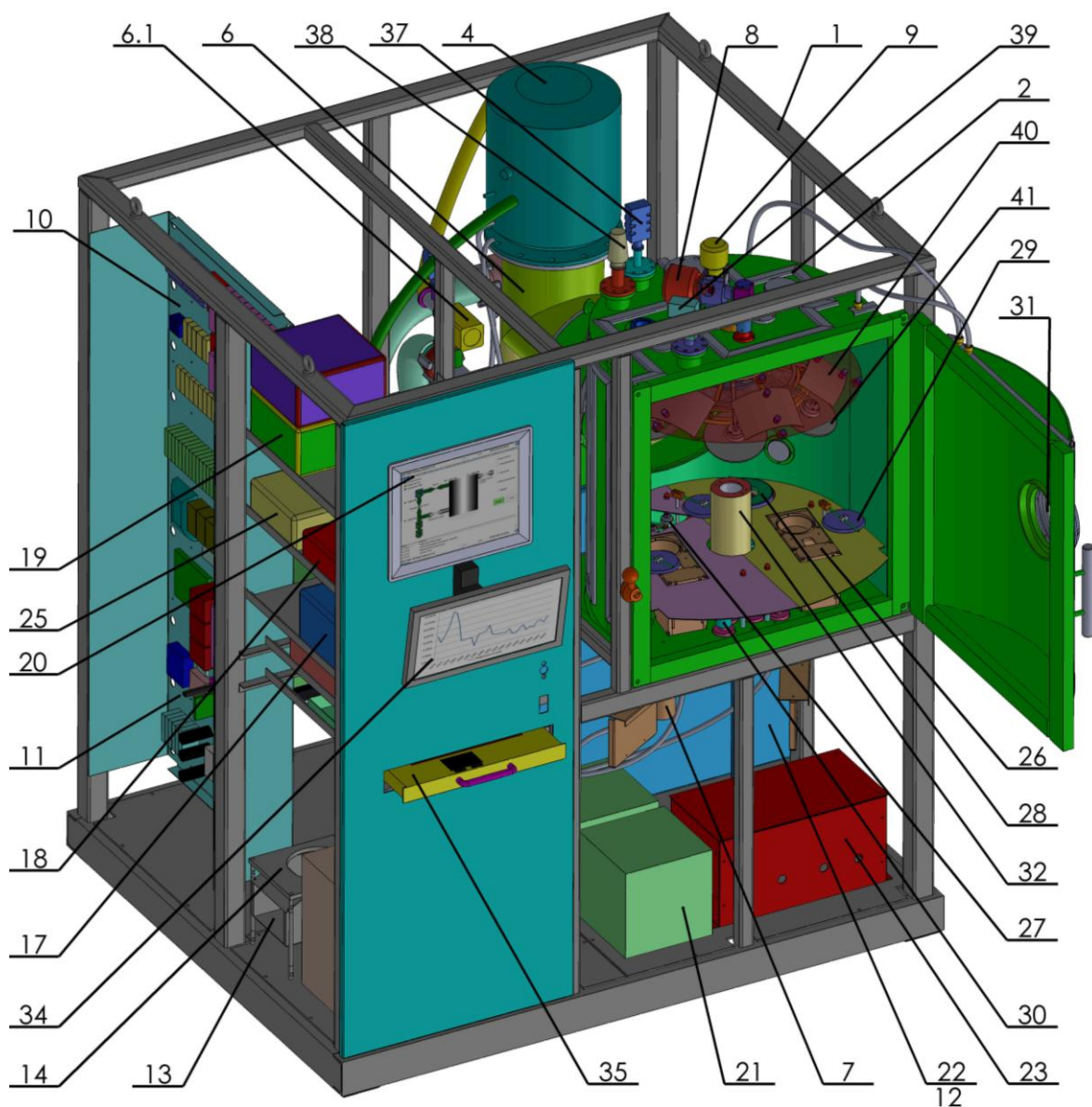
- Габариты вакуумной установки, мм, Д×Ш×В, не более: 1600×1800×2050.

- Масса вакуумной установки без учета форвакуумного агрегата и чиллера,

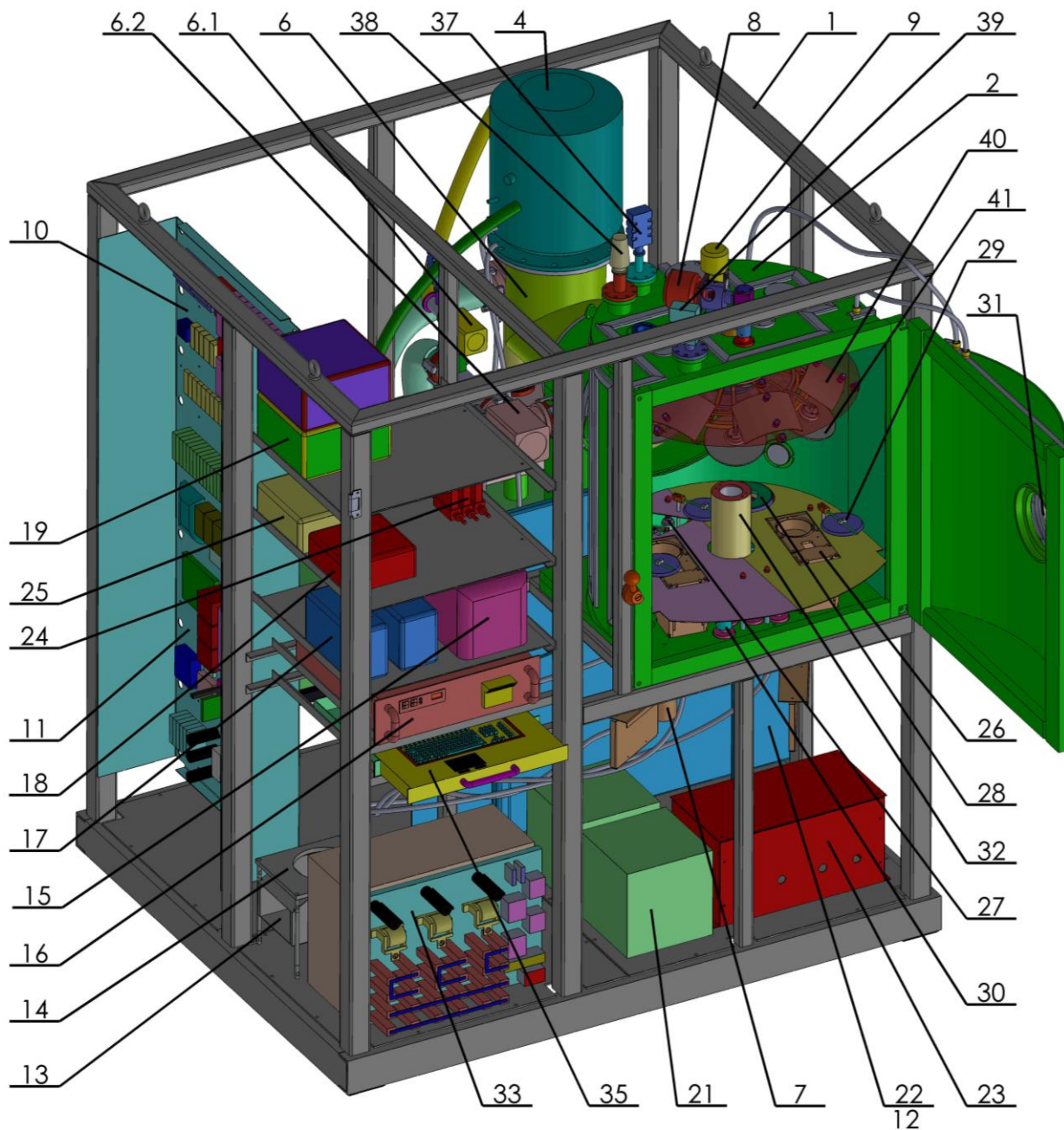
кг, не более: 1320.

- Максимальное количество слоев покрытий, которое можно нанести на данной установке, шт. – 88.

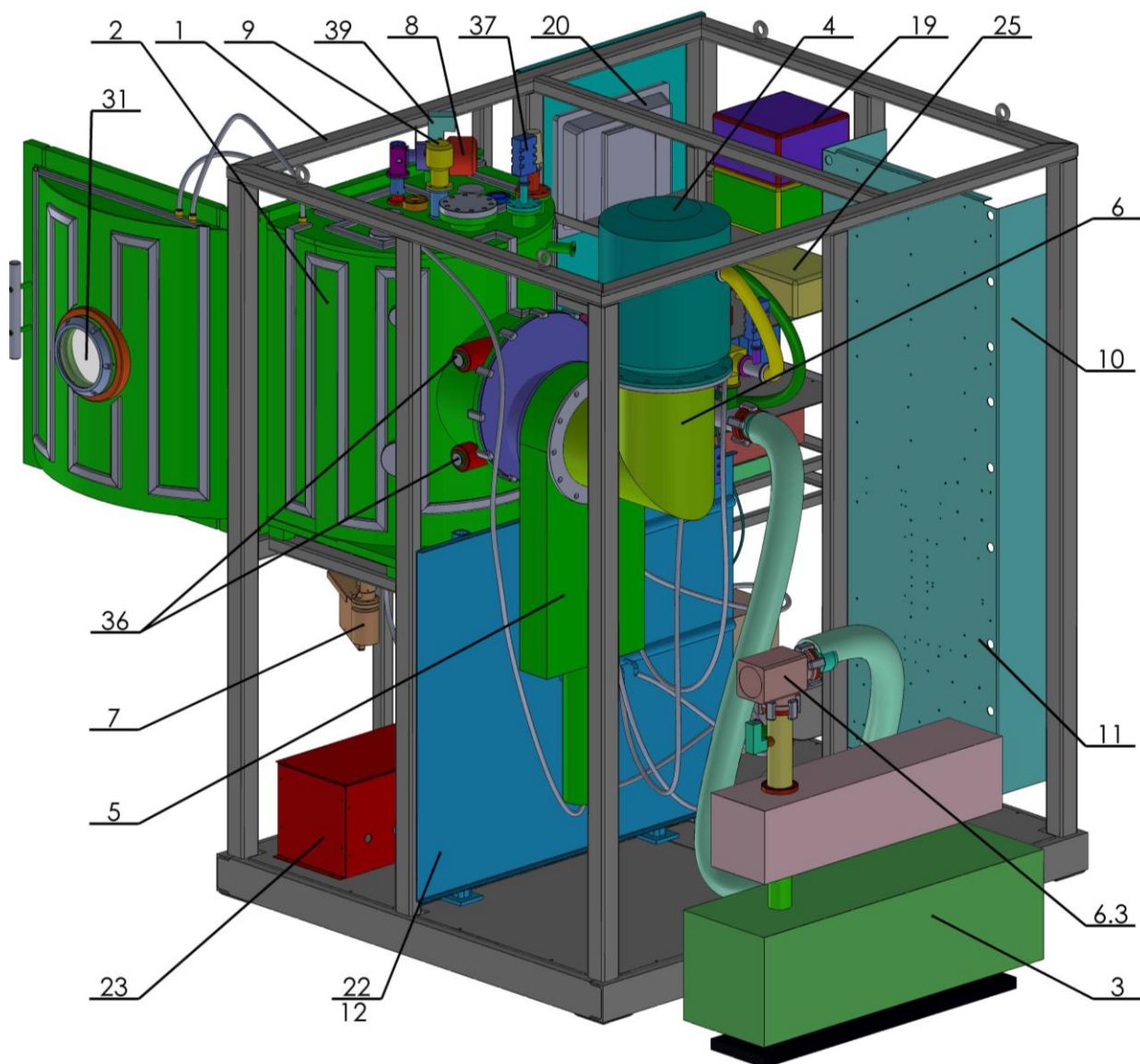
2.13.1. Технологические процессы, заложенные в систему управления установкой (пакет включает в себя расчет конкретного покрытия по ТЗ заказчика и техпроцесс напыления рассчитанного покрытия, отработку процесса на установке заказчика) – отдельная опция.



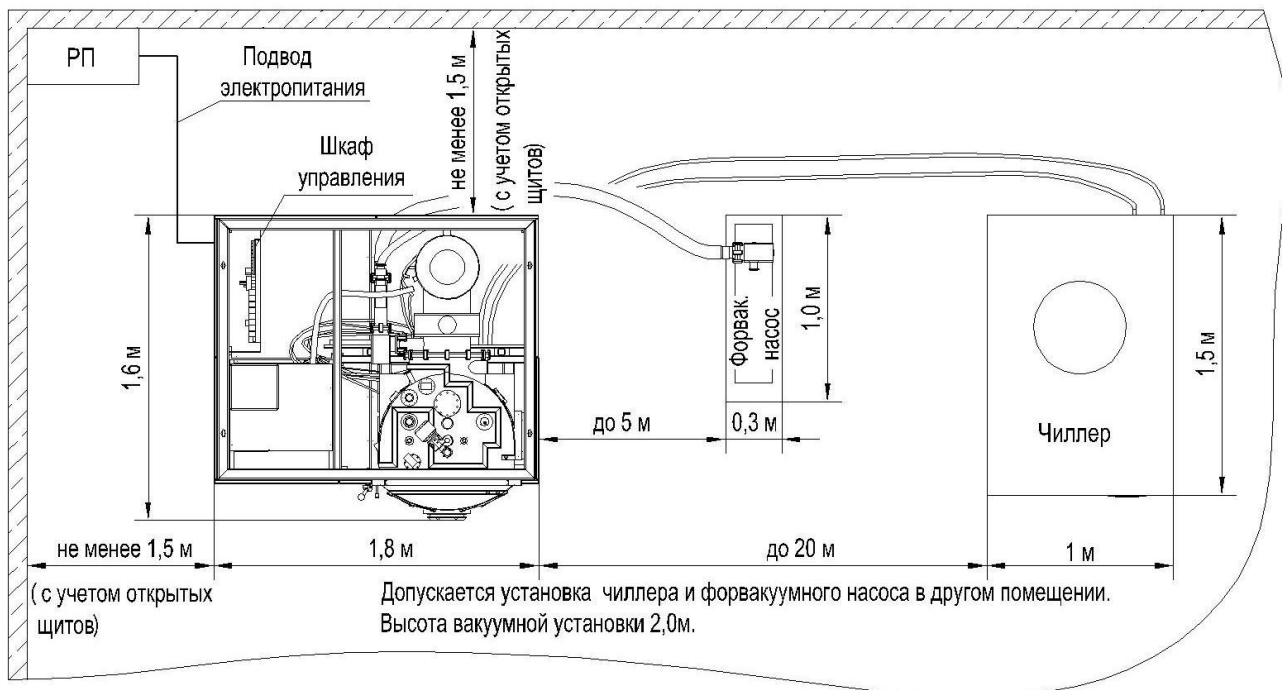
Вид установки спереди с надетой панелью управления



Вид установки спереди со снятой панелью управления



Вид установки сзади



Примерное расположение вакуумной установки BRV 700-О