

нутри красной резиной, которая невосприимчива ни к высокому давлению, ни к высокой температуре, обладающая низким газовыделением. А второй – также изнутри наварить листовую нержавеющей сталь, которая имеет минимальные газовыделения, и не подвергается коррозии. В данной работе будет использоваться листовая сталь.

УДК 622.455.3

Макаревич В.И.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ШЛЮЗОВЫХ ВАКУУМНЫХ СИСТЕМ В ВАКУУМНЫХ УСТАНОВКАХ**

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент*

*Латушкина С. Д.*

Одним из критериев совершенства вакуумного оборудования является непрерывность технологического процесса обработки изделий, при которой рабочие и холостые операции совмещены во времени, а непроизводительные потери рабочего времени отсутствуют.

Рабочее время, затрачиваемое на выполнение технологических операций нанесения покрытия в вакуумном оборудовании со шлюзовыми системами, складывается в большинстве случаев из времени, отведенного на основные (нанесение покрытия) и вспомогательные рабочие операции (нагрев, очистку, травление, охлаждение и т. д.). Кроме того, существуют холостые операции: напуск воздуха в камеры; загрузка и выгрузка изделий; откачка камер; перемещение изделий между шлюзовыми и рабочими камерами, а также между источниками обработки изделий.

Совмещение времени рабочих и холостых операций определяет характер действия вакуумного оборудования, а также приближение прерывистого технологического процесса к непрерывному.

Непрерывность технологического процесса может быть сохранена при постоянном воздействии на изделия источника обработки (нанесения покрытия). В этом случае достаточно непрерывно или периодически удалять одно или несколько изделий из зоны групповой обработки и дополнять ее необработанными. В вакуумном оборудовании непрерывность технологического процесса можно обеспечить с помощью шлюзовой системы.

#### Виды шлюзовых систем

Вакуумная шлюзовая система (ШС) – это совокупность устройств герметизации, транспортирования и откачки, обеспечивающих определенный перепад давлений и перемещение изделий между вакуумными камерами с различным давлением.

В зависимости от степени герметизации вакуумных камер относительно друг друга шлюзовые системы можно подразделить на закрытые, открытые, полуоткрытые и комбинированные:

##### 1. Закрытые шлюзовые системы

В наиболее простом варианте закрытая, шлюзовая система представляет вакуумную шлюзовую камеру с двумя затворами, одним из которых она герметично отделена от рабочей (вакуумной) камеры, а другим от атмосферы. Внутри шлюзовой камеры имеется устройство для передачи изделия в рабочую камеру.

Работу шлюзовой системы осуществляют в следующей последовательности. Сначала закрывают откачной патрубком шлюзовой камеры, заполняют ее воздухом до атмосферного давления, а затем открывают крышку и устанавливают в шлюзовую камеру изделие, после чего крышку закрывают. Далее откачивают воздух из шлюзовой камеры до давления, равного или близкого давлению воздуха в рабочей камере. Затем открывают затвор между шлюзовой и рабочей камерами и транспортируют изделия в рабочую камеру. Обработав изделия в рабочей камере, их выгружают в обратной последовательности.

##### 2. Открытые шлюзовые системы

В открытых шлюзовых системах вакуумные камеры сообщаются между собой межкамерными каналами, через кото-

рые перемещается транспортирующее устройство с изделиями. Форма транспортирующего устройства такой флюзовой системы повторяет форму межкамерных каналов. Межкамерные каналы создают частичное сопротивление поступлению воздуха из атмосферы в шлюзовые камеры и из них в рабочую камеру. Откачные средства шлюзовых камер откачивают часть воздуха, поступившего из канала, и создают небольшое разрежение. Остальную часть воздуха, поступившего из межкамерного канала, откачивает откачное средство рабочей камеры, создавая рабочий вакуум.

### 3. Полуоткрытые шлюзовые системы

Уплотнитель, применяемый в полуоткрытой шлюзовой системе, позволяет значительно уменьшить поток воздуха из атмосферы через межкамерные каналы. В результате этого уменьшаются габариты шлюзовой системы, используются менее мощные откачные средства и могут быть увеличены зазоры в межкамерных каналах.

В качестве уплотнителей в полуоткрытых шлюзовых системах применяют пластины, выполненные из материала с малым коэффициентом трения, например различные фторопласты и капрон, которые закрепляют в межкамерном канале и поджимают к поверхности изделия (ленты) резиновыми прокладками. Эластичность резиновых прокладок позволяет транспортировать ленты с различной толщиной (до 2 мм). Износ пластин из-за постоянного трения ограничивает применение таких уплотнителей в полуоткрытых шлюзовых системах.

Большим ресурсом работы обладают роликовые уплотнители. В многоступенчатой полуоткрытой шлюзовой системе для ввода ленты в рабочую камеру и вывода из нее используют резиновые вращающиеся ролики. Оси роликов устанавливают в цилиндрические межкамерные каналы и приводят во вращение движущейся лентой, при этом зазоры между лентой и роликом практически отсутствуют и натекание воздуха в местах стыка незначительно. Воздух проникает только в за-

зоры между роликами и цилиндрическими межкамерными каналами. Для его откачки используют двухступенчатую откачную систему на входе и на выходе ленты из рабочей камеры.

#### 4. Комбинированные шлюзовые системы

В вакуумном оборудовании широко применяют комбинированные шлюзовые системы. При большой разнице давления в шлюзовых камерах между ними применяют закрытые или полуоткрытые шлюзовые системы, наиболее рационально и экономично используя откачные средства. При малой разнице давлений между этими камерами применяют открытые шлюзовые системы.

В вакуумной установке с комбинированной шлюзовой системой первую ступень откачки герметизируют от атмосферы и последующих ступеней затворами (закрытая шлюзовая система), а шлюзовую камеру откачивают форвакуумным насосом. Камеру нагрева, которая является второй ступенью откачки, откачивают высоковакуумным насосом и соединяют с рабочей камерой межкамерным каналом (открытая шлюзовая система). Канал также обеспечивает перепад давлений. В рабочей камере в этом случае давление может достигнуть  $10^{-7}$  Па, так как на нее почти не влияет первая ступень откачки комбинированной системы.

Комбинированные шлюзовые системы разнообразны, поскольку в них сочетаются закрытые, открытые и полуоткрытые системы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Одинокоев, В. В. Шлюзовые системы в вакуумном оборудовании: учеб. пособие для проф.-техн. учеб. заведений / В. В. Одинокоев. – М.: Высш. Школа, 1981.- 55 с.

2. Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана [Электронный ресурс]. М., 1997-2012. – Режим доступа: – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1673256/page:23/> – Дата доступа : 23.09.2018.

3. Белорусский национальный технический университет. Исследование износостойкости поверхностей образцов с плазменно-вакуумными покрытиями. Мрочек Ж.А., Иващенко С.А., Фролов И.С. [Электронный ресурс]. М., 2004. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/26619/C.%2020-22.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. – Дата доступа : 23.09.2018.

УДК 621.365.58

Маньковский Д.С.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЗАГРУЗКА ЗАГОТОВОК  
ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА  
НА УСТАНОВКЕ ТВЧ**

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент*

*Вегера И.И.*

Механические руки рекомендуется применять для подачи заготовок сложной конфигурации, когда невозможно перемещать их в одной плоскости, а также для плоских заготовок толщиной меньше 0,2–0,3 мм.

Механические руки имеют комбинированный сдвоенный привод, обеспечивающий перемещение захватного органа в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Подъем и опускание захватного органа обычно производятся в крайних положениях: у позиции загрузки и в рабочей зоне штампа.

В качестве привода используются пневматические и гидравлические цилиндры или привод прессы. Выбор захватного органа зависит от особенностей изделия. Обычно применяются электромагнитные, пневматические и клещевые захваты.

На рисунке 1 изображена механическая рука с пневматическим захватом, имеющая привод от вала прессы. Отличитель-