

2. Холодкова, Н.В. Техника высокого вакуума: Лабораторный практикум / Н.В. Холодкова, И.В. Холодков. – ГОУВПО Ивановский государственный химико-технологический университет, 2007.

УДК 621.5

Мартысевич Н.О.

## **ВАКУУМНЫЕ ЛОВУШКИ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Иванов И.А.*

Работа вакуумных насосов сопровождается рядом нежелательных явлений: проникновение паров рабочих жидкостей из насоса в откачиваемый объект; загрязнение насоса откачиваемыми веществами с высоким давлением насыщенных паров; потеря рабочей жидкости через выхлопной патрубков; утечка откачиваемого газа. Для ограничения этих явлений служит специальное вакуумное оборудование: ловушки, влагопоглотители, натекатели, конденсаторы, фильтры, уплотнители и т.д.

Вакуумными ловушками называются устройства, служащие для предотвращения проникновения паров рабочих жидкостей вакуумных насосов в откачиваемый объем.

Цель работы – изучить устройство и принцип работы наиболее широко используемых вакуумных ловушек.

В зависимости от рабочего давления различают:

- 1) высоковакуумные ловушки, предназначены для улавливания паров из диффузионных и бустерных пароструйных насосов при молекулярном течении пара;
- 2) форвакуумные ловушки для улавливания паров из форвакуумных насосов при вязкостном и переходном режимах течения пара.

По принципу действия вакуумные ловушки делятся на механические, низкотемпературные, сорбционные, термические и электрические. В технологическом вакуумном оборудовании наибольшее применение находят механические и конденсационные ловушки.

К ловушкам предъявляются два основных требования:

- 1) максимальное защитное действие в течение заданного срока службы;
- 2) минимальное сопротивление основному потоку откачиваемого газа.

Дополнительными требованиями являются возможность регенерации рабочего элемента, надежность, простота, технологичность конструкции, удобство эксплуатации.

Форвакуумные ловушки служат для защиты откачиваемой системы от проникновения паров масла и продуктов его разложения из форвакуумных насосов в откачиваемую систему.

Механические ловушки представляют собой устройства, препятствующие прямому пролету паров рабочей жидкости из насоса в откачиваемый объект. Защитный элемент ловушки обычно выполняется из пористого материала (стекла, стекловолокнистых материалов, пористой меди и нержавеющей стали) с размерами ячеек не более 0,1 мкм. Габаритные размеры ловушек зависят от удельной проводимости пористых материалов. Поглощение паров масла осуществляется адсорбцией на стенках капиллярных каналов. Срок службы пористых элементов составляет несколько сотен часов, после чего он должен быть заменен новым. Для повторного использования отработавший элемент очищается продувкой атмосферным воздухом и нагревом до температуры около 500 °С. Период непрерывной работы ловушки можно увеличить добавлением в пористые элементы адсорбционных материалов: активированных углей, цеолитов, активного оксида алюминия и др.

В адсорбционных ловушках удаление поглощенных в рабочем элементе масла и воды осуществляют путем его нагрева до температуры 300–500 °С нагревателем. Ловушки с адсорбентом нельзя подвергать воздействию атмосферного воздуха, так как они могут поглотить большое количество

атмосферной воды, которая затем будет выделяться во время работы насоса.

В ионных ловушках используют тлеющий холодный разряд. Разряд горит при напряжении на аноде около 3 кВт и наличии осевого магнитного поля, создаваемого внешними магнитами. Такая ловушка уменьшает парциальное давление паров масла в 10–100 раз.

В сорбционной ловушке установлен сменный пакет со слоями из различных сорбентов.

Принцип действия низкотемпературных форвакуумных ловушек основан на конденсации паров масла и продуктов его разложения на поверхностях ловушек, охлажденных до низких температур. Ловушки устанавливаются на впускном патрубке форвакуумного насоса.

Установка азотной ловушки над форвакуумным масляным насосом позволяет получить предельное остаточное давление  $2 \cdot 10^{-3}$  Па. Ловушки могут работать не менее 15 ч без доливки жидкого азота в диапазоне давлений  $10^5$ – $10^2$  Па.

Высоковакуумные ловушки. Предельное давление высоковакуумных насосов обусловлено обратным потоком паров рабочей жидкости из насоса в откачиваемый объект. Для его уменьшения на пути обратного потока устанавливаются ловушки, которые по принципу действия можно разделить на конденсирующие, диссоциирующие и сорбирующие.

Простейшей конденсирующей ловушкой, служащей для уменьшения проникновения паров рабочей жидкости из паромасляных насосов, является колпачковый маслоотражатель. Он представляет собой колпачок, устанавливаемый над верхним соплом паромасляного насоса и охлаждаемый водой. Отражатель позволяет в 20–30 раз уменьшить обратный поток паров рабочей жидкости из паромасляных насосов, не снижая практически быстроты действия насоса.

К оптически непрозрачным механическим ловушкам относят устройства, действие которых основано на том, что молекулы рабочей жидкости, поступающие из любой точки насоса, не могут проникнуть в откачиваемую систему без соударения с элементами улавливающего устройства. Для наиболее полной защиты откачиваемой системы от паров рабочей жидкости пароструйных насосов служат низкотемпературные ловушки, применение которых в хорошо дегазированной системе для паромасляных диффузионных насосов позволяет получать остаточное давление  $10^{-8}$  Па и для парортутных насосов  $10^{-10}$  Па. Для паромасляных диффузионных насосов в зависимости от требований, предъявляемых к остаточному давлению и составу остаточных газов, применяют ловушки, охлаждаемые до температур от 243 до 77 К.

Таким образом, использование вакуумных ловушек позволяет существенно уменьшить загрязнение технологических камер. Выбор типа ловушки зависит от типа используемого вакуумного насоса.

УДК 621.793

Мисник И.В.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ИЗНОСОСТОЙКОСТИ TiN ВАКУУМНО-  
ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ  
НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ СТЕКЛА**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Комаровская В.М.*

Одной из главных задач современной науки и техники по-прежнему остается проблема экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов. В настоящее время одним из путей решения данной проблемы является повышение износостойкости рабочих поверхностей, так как в большинстве случаев выход изделий из строя обусловлен износом. Согласно [1] износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной