

песком или другим видом наполнителя с хорошими теплоизолирующими свойствами. Отверждение композиции проводить при постоянной температуре в течение 12 часов.

Стабилизация технологической оснастки производится в теплом помещении (температура окружающей среды не ниже 23 °С) в течение 72 часов с целью полного отверждения всех слоев композиционной технологической оснастки.

Контроль качества технологической оснастки проводят на основании требований к получаемой продукции.

УДК 621.7

Булан Д.И.

## СИСТЕМЫ НИЗКОГО, СРЕДНЕГО, ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО ВАКУУМА В ОПТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Касинский Н.К.*

Проведя анализ вакуумных систем можно разделить их на системы низкого, среднего, высокого и сверхвысокого вакуума.

Вакуумная система для получения низкого вакуума обеспечивает в вакуумной камере рабочее давление от  $10^5$  до  $10^2$  Па. Тип насоса выбирают по предельному давлению (таблица 1) и составу остаточных газов (рисунок 1) современных низковакуумных насосов.

Таблица 1 – Основные характеристики для получения низкого вакуума

Тип насоса	Обозначение	Предельное давление, Па	Быстрота действия, мкс
Центробежный	ЭП	$10^5 \dots 10^4$	$10^{-3} \dots 10^{-2}$
Воздушоструйный	ВВН	$2 \cdot 10^3$	$10^{-3} \dots 10^{-2}$
Водоструйный	ВВН	$2 \cdot 10^3$	$10^{-3} \dots 10^{-2}$
Водокольцевой насос	ВКН	$2 \cdot 10^3 \dots 10^4$	$10^{-2} \dots 8 \cdot 10^{-1}$
Вращательный многопластинчатый	ДРВН	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^{-2} \dots 10^0$
Вращательный масляный	ВН	$5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^3$	$10^{-2} \dots 10^{-1}$
Криодесорбционный	АН	$10^2 \dots 10^4$	$10^{-2} \dots 10^{-1}$

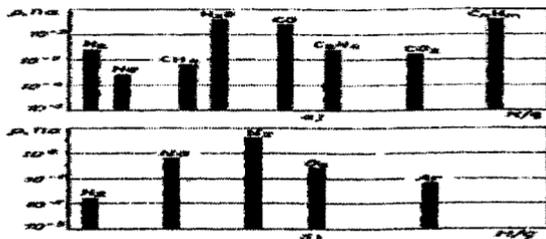


Рисунок 1 – Состав остаточных газов в низковакуумных системах

Вакуумная система для получения среднего и высокого вакуума обеспечивает в вакуумной камере рабочее давление от  $10^2$  до  $10^{-5}$  Па. В качестве насоса для получения среднего вакуума могут применяться двухроторные, парожеткорные и адсорбционные насосы (таблица 2), а для высокого пароструйные, турбомолекулярные и гетероионные (таблица 3).

Таблица 2 – Основные характеристики для получения среднего вакуума

Типы насосов	Обозначение	Предельное давление, Па	Быстрота действия, м <sup>3</sup> /с
Двухроторный	ДВН	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3} \dots 5$
Бустерные пароструйные	ВН	$5 \cdot 10^{-3}$	0,45 ... 15
Криoadсорбционные	АН	$10^0 \dots 10^{-2}$	$10^{-3} \dots 5$

Таблица 3 – Основные характеристики высоковакуумных насосов

Типы насосов	Обозначение	Предельное давление, Па	Быстрота действия, м <sup>3</sup> /с
Пароструйные	Н	$10^{-4} \dots 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-3} \dots 40$
Турбомолекулярные	ТМН	$10^{-6} \dots 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-2} \dots 5$
Гетероионные	ГИН	$5 \cdot 10^{-7}$	0,45 ... 4,5

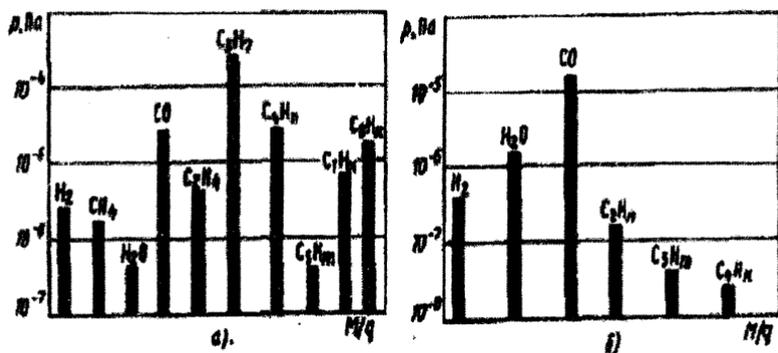


Рисунок 2 – Состав остаточных газов вакуумных систем

Вакуумная система для получения сверхвысокого вакуума (ниже  $10^{-5}$  Па) содержит прогреваемый вакуумный блок. Прогрев до  $400-450^{\circ}\text{C}$  уменьшает газовыделение всех элементов вакуумной системы, что исключает использование обычных резиновых прокладок. Поэтому используются металлические прокладки, изготовленные из бескислородной меди, индия, золота. Основные характеристики сверхвысоковакуумных насосов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные характеристики сверхвысоковакуумных насосов

Типы насосов	Обозначение	Предельное давление, Па	Высоты действия, м <sup>3</sup> /с
Пароструйные с ловушками	ПН	$10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-3} \dots 0,5$
Магниторазрядные	НМД	$5 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-3} \dots 1,2$
Орбитронные	ВНО	$10^{-6}$	$0,1 \dots 0,5$
Криоконденсационные	КН	$10^{-11}$	$0,5 \dots 40$

В оптической промышленности низкий вакуум не применяется, средний так же используется крайне ограниченно. Широкое применение для оптико-электронной промышленности имеют высокий и сверхвысокий вакуум.