

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОГЕННЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.*

В связи с ростом конкуренции в создании новых оптических приборов возросла потребность в новых типах сложных оптических покрытий, исходя из этого ужесточились требования к качеству покрытий.

Криогенные вакуумные насосы являются идеальным откачным средством в установках требующих одновременно глубокого безмасляного вакуума и больших скоростей откачки. В современных криогенных насосах используются двухступенчатые криоголовки (криорефрижераторы), работающие по циклу Гиффорда-МакМагона, где в качестве хладагента используется газообразный гелий. При этом температура первой ступени составляет порядка 70...80 К, а температура второй ступени 15...20 К. Цикл является полностью замкнутым, поэтому эксплуатационные затраты на хладагент минимальны по сравнению с заливаемыми криогенными насосами, отсутствует опасность перебоя в работе насоса, связанная с отсутствием жидкого азота.

Использование специально разработанного для управления системами криогенной откачки контроллера позволяет полностью автоматизировать процесс регенерации, обеспечивая автоматическое переключение между работающими и регенерируемыми насосами во время откачки, а наличие дополнительных устройств нагрева корпуса и продувки нагретым газом сокращает время регенерации до минимума.

Так, на примере установки ВУ-1А, видно, что для избегания попадания паров масла в откачиваемый объем используются две азотные ловушки, и одна вымораживающая панель. Эти элементы повышают итоговую стоимость установки, при этом, не предоставляя тех требований, которые необходимы для современных оптических покрытий. Исходя из этого, использование криогенных насосов позволит достигать требуемых техпроцессом параметров для нанесения оптических покрытий, а также приведет к удешевле-

нию себестоимости установки за счет отказа от азотных ловушек и вымораживающей панели. Также в данной установке используется вакуумный агрегат АВР-60, который также является масляным насосом, что может повлечь загрязнение парами масла откачиваемый объем, поэтому при использовании криогенных насосов с целью повышения чистоты вакуума следует заменить данный агрегат на один из «сухих» насосов, например спиральный.

УДК 621.793

Казачёк А. А.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ НА ПРИМЕРЕ ПЛЁНОК $ZrO_2$ , $HfO_2$ , $Al_2O_3$ И $SiO_2$**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.*

Исследование оптических свойств оксидных пленок, полученных электронно-лучевым испарением, в частности  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ , интересны для применения их в качестве высокопреломляющих материалов таких как  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  – в качестве низкопреломляющих материалов для оптических покрытий. Оксиды циркония и гафния относятся к наиболее используемым высокопреломляющим ( $n \gg 2$ ), а  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$  – к низкопреломляющим ( $n \gg 1.5$ ) материалам. Они характеризуются высокой прозрачностью, оптической однородностью, высокой механической прочностью по сравнению с пленкообразующими материалами для других оптических применений (фторидами, сульфидами). Однако, согласно литературных данных, оптические свойства оксидов тяжелых металлов (цирконий и гафний) сильно зависят от условий получения пленок, что связано с нарушением стехиометрического состава в пленках и возникновением оптических неоднородностей на поверхности и в объеме пленки. Это ограничивает воспроизводимость оптических покрытий с заданными характеристиками, приводит к метастабильности последних во времени. Отдельные пленки оксидов и просветляющие покрытия были получены методом электронно-лучевого испарения на вакуумной установке ВУ-1А. Давление остаточной атмосферы составляло  $3 \cdot 10^{-4}$  Па. В процессе напыления в паровую фазу вводился кислород до уровня давления в камере  $2 \cdot 10^{-4}$  Па. В качестве подложек использовались кремний марки