

После обнаружения течи персонал по техническому обслуживанию должен устранить эту утечку, заменив уплотнение, тщательно очистив область соединения между двумя соединениями и вставив новую прокладку. Если утечка обнаруживается в любом из других соединений, обслуживающий персонал уплотняет эту течь вакуумгерметиком.

Выбор конкретного способа проведения испытаний определяется характеристиками испытуемого объекта (прежде всего такими как объем, давление, степень загрязненности), а также требованиями технологической документации на контроль герметичности.

УДК 620.1

Ильин В. С.

## СТЕКЛО В ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКЕ

*БНТУ, г. Минск*

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

Распространенным материалом в вакуумной технике является стекло, однако из-за его хрупкости диаметр вакуумного стеклянного колпака не должен превышать – 300 мм. Преимущество стекла заключается в возможности его сильного прогрева (до 300-400° С) при дегазации, в возможности прогревать металлические детали внутри стеклянной системы. В стекле отсутствуют поры, и его можно считать практически газонепроницаемым.

Течь в стекле легко обнаружить индикатором Тесла. Стекло прозрачно, что необходимо для осветительных приборов и для электронных и ионных приборов некоторых типов. Стеклянные детали легко спаиваются со стеклом, а в случае необходимости и с металлами. Кроме того, стекло имеет хорошие электроизолирующие свойства, что позволяет подводить высокие напряжения к электродам электровакуумных приборов. Из-за плохой теплопроводности стекла в нем при естественном охлаждении образуются внутренние механические напряжения, чтобы устранить их, необходим отжиг стекла. В вакуумной технике используют легкоплавкое, тугоплавкое и кварцевое стекло.

Легкоплавкое стекло С-88-4 содержит значительное количество свинца. Его характеризует мягкость, высокая пластичность, большой

диапазон температур, в котором сохраняется вязкое состояние, хорошие диэлектрические свойства.

Тугоплавкое молибденовое стекло имеет высокие диэлектрические свойства, механическая прочность его выше, чем легкоплавкого стекла. Оно хорошо спаивается с молибденом и коваром, имеет низкую кристаллизруемость при длительном нагревании.

Тугоплавкое вольфрамовое стекло вследствие очень малого содержания щелочей имеет наилучшие электро- и термоизоляционные характеристики.

Из кварцевого стекла изготавливают детали, работающие при высоких температурах. Важным свойством кварцевого стекла является его нечувствительность к резким перепадам температур. Оно обладает хорошими диэлектрическими свойствами. Электрическое сопротивление кварца значительно выше, чем лучших силикатных стекол. Это делает кварц отличным материалом для изготовления работающих при нагревании изоляционных элементов.

Стекла всех марок содержат большое количество газов, и обусловлено это главным образом их химической неустойчивостью. В поверхностном слое стекла может быть сорбировано количество газа, эквивалентное более чем 50 мономолекулярным слоям. В состав этого газа входит главным образом вода и небольшое количество углекислого газа и азота. Но газы содержатся не только в поверхностном слое стекла, но и во всем его объеме. По некоторым данным, в объеме стекла содержится в 100 раз больше газа, чем в поверхностном слое.

Стекло наиболее чувствительно к влаге, содержащейся в атмосферном воздухе. При длительном воздействии атмосферы поверхностный слой стекла разрушается, причем сорбируется значительное количество влаги и окиси углерода. Если такое стекло поместить в вакуум, то при 200-300° С оно выделит адсорбированный газ за 2-3 мин, а при повышении температуры до 300-400° С произойдет «высушивание» разрушенного поверхностного слоя (в течение нескольких часов). Полное обезгаживание стекла практически никогда не достигается, газы удаляются только из тонкого поверхностного слоя толщиной в несколько десятков мкм. Под «высушиванием» понимают высвобождение воды в результате изменения структуры поверхностного слоя стекла. Если нагреть стекло до 500° С, то снова начинается длительное выделение газов, главным образом паров воды.

Стекло, предназначенное для работы в вакуумной установке, требует предварительной обработки с целью уменьшения его газовыделения. Для этого очищают поверхность стекла от загрязнений промывкой хромовой смесью или слабыми растворами кислот (фосфорной, соляной, плавиковой) с последующей нейтрализацией в щелочи и тщательной промывкой в деионизованной воде. Эффективна очистка стекла в ультразвуковой ванне с изопропиловым спиртом.

Обезгаживание промытого стекла можно проводить при атмосферном давлении прокаливанием в сухом воздухе в течение нескольких часов. Для работы при высоких температурах и больших механических нагрузках стекло, применяемое в качестве изоляционного материала, можно заменить керамикой.

УДК 620.165

Кагало В. Г., Виноградов И. А.

## **КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ**

*БНТУ, г. Минск*

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

Герметичность вакуумной системы – это свойство всех ее элементов и их соединений обеспечивать минимальное проникновение (натекание) газа через них. Обычно натекание газа происходит через все места нарушения герметичности (поры или трещины в материале), называемые течами.

В общем случае контроль герметичности основывается на использовании, в качестве рабочего вещества для проверки - гелия. Выбор данного химического элемента обусловлен его уникальными свойствами: сила притяжения атомов в десятки тысяч раз меньше чем у воздуха, это влияет на параметры текучести; большие объемы в природе, следовательно, низкая цена газа; учитывая очень маленький удельный объем гелия в воздухе, его легко выделить из спектра для исследований.

Существует несколько методов проверки на герметичность для разнообразного технического оснащения и оборудования.

Способ вакуумной камеры. Сущность способа заключается в том, что контролируемое изделие помещается в герметичную металлическую камеру. К камере или изделию подсоединяется через систему вспомогательной откачки течеискатель, после чего в камеру или в из-