

## УДК 621.529.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛЫХ ТЕЧЕЙ В ВАКУУМНЫХ СВЧ-ПРИБОРАХ.

Шматко Юлия Михайловна

Студент 2 курса магистратуры,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: А.И. Беликов,  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в  
машиностроении»

В настоящее время к электровакуумным приборам (ЭВП) предъявляются высокие требования по допустимым потокам натекания. Поиск и измерение величины малых течей в вакуумных системах является трудоемким процессом. Для поиска течей в ЭВП в качестве датчика давления может использоваться встроенный магнитный электроразрядный насос (МЭН), реже применяют масс-спектрометрический преобразователь [1–3]. Главным фактором, определяющим эффективность поиска течей, является чувствительность течеискателя, которая зависит от выбора метода поиска течи, вида пробного газа и другие факторы [4, 5].

Наилучшая чувствительность достигается при использовании в качестве пробного газа гелия, так как гелий легко и быстро проникает через течь и по своим свойствам наиболее сильно отличается от воздуха [1, 5]. Так же важным моментом первоначальной оценки является расчет размера течи, что в дальнейшем дает возможность правильного выбора метода её поиска [4].

Течи могут иметь различную геометрическую конфигурацию: короткие, линейно распределенные, диффузионно распределенные, длинные, условно длинные с балластным объемом и множественные [4]. Особое внимание заслуживают сложные течи: условно длинные с балластным объемом, так как подобные течи могут быть относительно большой величины, и ни один из обычно используемых методов поиска не дает ожидаемого результата. Поэтому исследование и поиск таких сложных течей является весьма актуальной задачей.

В работе проводились исследования сложных течей на натекающих приборах среднего и высокого уровня мощности с помощью течеискателя отпаянных ЭВП, блок-схема которого представлена на рисунке 1.

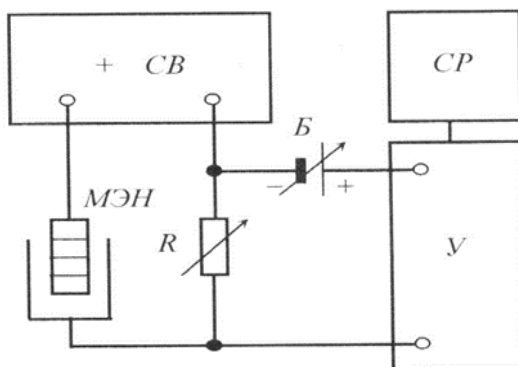


Рис.1. Блок-схема стенда измерения натекания с помощью встроенного МЭН: СВ-стабилизированный по напряжению выпрямитель, Б - батарея компенсации фоновых сигнала, У- усилитель постоянного тока, СР- самопишущий регистратор или ПК

Величина потока натекания определяется по формуле:

$$Q = V \cdot \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad (1)[1],$$

где  $V$  – объем ЭВП в м<sup>3</sup>,  $\Delta P$  - изменение давления за расчетное время натекания в Па,  $\Delta t$  – время натекания.

Расчет давления (в Па) осуществляют по величине тока НЭМ, пользуясь известной формулой:

$$P = I(\text{мкА}) \cdot h \cdot 10^{-6} \quad (2)[6],$$

где  $I$  – ток НЭМ в мкА,  $h$  - коэффициент чувствительности НЭМ как преобразователя давления в Па/мкА.

Современный течеискатель отпаянных ЭВП позволяет обнаруживать течи на уровне  $5 \cdot 10^{-13}$  м<sup>3</sup>·Па/с с использованием обдува течи потоком гелия. Исследование сложных течей показало, что даже при такой высокой чувствительности течеискателя не всегда это удается обнаружить течь, так как постоянная времени при поиске течи с внутренним балластным объемом в канале течи на несколько порядков снижает динамическую чувствительность.

Сложные течи могут образовываться в следующих местах ЭВП: швах аргонодуговой сварки, местах пайки, пайки и перепайки паяного соединения, областях дефектов материалов деталей.

Повторный процесс откачки ЭВП и динамические испытания прибора иногда позволяют значительно уменьшить размеры малой течи или даже устранить ее.

Применение электронно-лучевой сварки для небольших размеров ЭВП позволяет уменьшить вероятность появления течей по сравнению с аргонодуговой сваркой. Динамические испытания уменьшают газосодержание внутривакуумных поверхностей клистрона в сравнении с технологической операцией откачки.

## Литература

1. Техника вакуумных испытаний / В. А. Ланис, Л. Е. Левина. – М. – Л., Госэнергоиздат, 1963.
2. Электрофизические вакуумные насосы / Г. Л. Саксаганский. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Магниторазрядные насосы / Г.Л. Васильев. – М.: Энергия, 1970.
4. Классификация течей ЭВП / Г. Ф. Корепин, А. А. Стефаненко // Электронная техника. Сер. СВЧ – техника. – 2003. – Вып.1 (481). – с. 45 – 51.
5. Методы и аппаратура контроля герметичности вакуумного оборудования изделий в приборостроении / Л. Е. Левина, В. В. Пименов. – М.: Машиностроение, 1985.
6. Вакуумная техника / Л.Н. Розанов. – М.: Высш. школа, 1982.