Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова т. LI, вып. 3, 1970 г.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ПЛОТНОСТЬ РТУТНЫХ ПАРОВ

А. М. Ефимова, Г. Н. Паутова, Л. А. Сена

Известно, что растворенные соли изменяют давление паров, насыщающих пространство над жидкостью. В литературе нет данных об изменении плотности ртутного пара над амальгамами. Однако это явление представляет интерес, так как на электродах ряда газоразрядных приборов могут возникать амальгамы, влияющие на плотность ртутных паров, от которой зависит работа прибора.

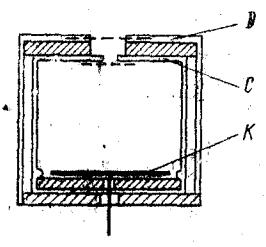


Рис. 1. Конструкция денситометра

В статье излагается экспериментальная методика измерения плотности ртутного пара над чистой ртутью и амальгамами. Плотность ртутного пара измерялась денситометром * (рис. 1), который позволяет определять плотность паров при разряде при низком давлении газа. Ионы, извлеченные из плазмы электродом *D* и ускоренные сеткой *C*, попадают в пространство, где создается электрическое поле. Если поле между сеткой *C* и коллектором *K* ускоряет движение ионов, то все попавшие в объем денситометра ионы достигнут коллектора.

* Сена Л. А. Ионизационный манометр для измерений в приборах газового разряда. Авторское свид. № 60594, 1940 г.

При изменении направления поля, что достигается изменением потенциала коллектора, в объеме $C—K$ медленно движущиеся ионы, образовавшиеся в результате резонансной перезарядки (обмена зарядом между атомом и ионом), не достигнут коллектора, а вернутся к сетке C; ток на коллектор при этом уменьшится.

Обозначим ток на коллектор при ускоряющем потенциале I_0, тогда ток на коллектор при задерживающем потенциале составит

$$I = I_0 e^{-qnl},$$

где q — элементарное сечение резонансной перезарядки; n — концентрация атомов пара; l — расстояние между сеткой и коллектором.

При заданных q и l логарифм отношения токов пропорционален плотности пара в разряде

$$\ln \frac{I_0}{I} = qnl.$$

Если работать с одним и тем же газом (фиксировано q) и одним и тем же прибором (фиксировано l), то для измерения плотности пара, денситометр можно проградуировать по парам чистой ртути, давление которых при различных температурах известно с достаточной степенью точности. Относительную погрешность точности измерения * плотности пара можно рассчитать по формуле

$$\frac{\Delta n}{n} = \frac{\Delta \frac{I_0}{I}}{\frac{I_0}{I} \ln \frac{I_0}{I}}.$$

В условиях наших экспериментов эта погрешность не превышала 5%. Для каждого денситометра была снята вольтамперная характеристика, по которой определялись значения

---

* Сена Л. А., Михельсон А. Л. Ионный денситометр — прибор для измерения плотности газа в приборах газового разряда. Ж. технич. физики, т. 10, вып. 3, 1940.

токов на коллектор I_0 и I, и градуировочная характеристика денситометра $\ln \frac{I_0}{I} = f(n)$, которая явилась прямой, проходящей через начало координат.

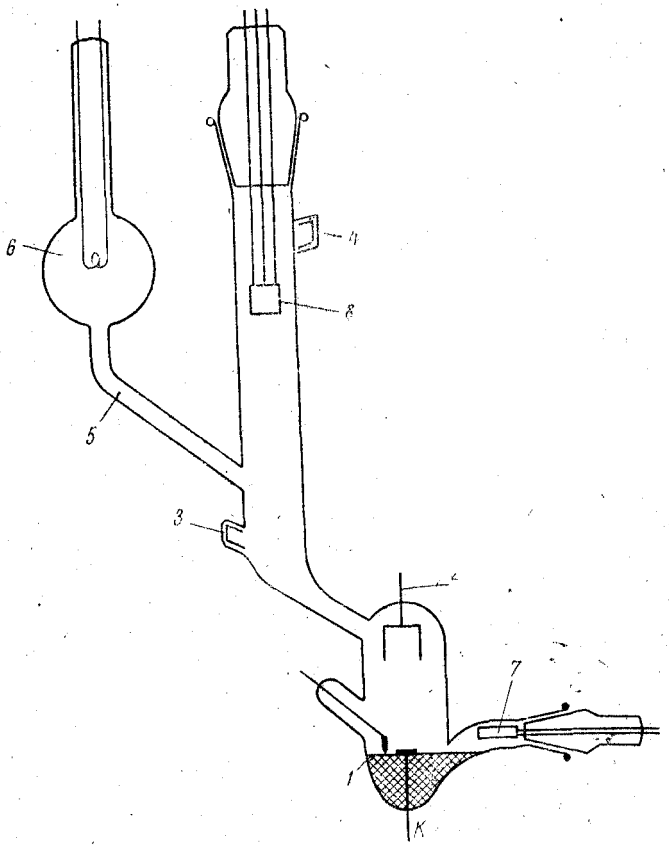


Рис. 2. Конструкция вакуумного измерительного прибора

Измерения проводились в стеклянном приборе (рис. 2). Плазма возбуждалась созданием разряда между накаленным вольфрамовым катодом *6* и рядом вспомогательных анодов *5, 4, 3, 2*. Разрядный ток поддерживался настолько малым, чтобы его наличие не влияло на плотность пара. Ртутное зеркало *1*

с площадью поверхности 20 $см^2$ находилось на достаточно большом расстоянии от плазмы, чтобы исключить возможность нагрева ртути. Температура ртути задавалась водяной баней.

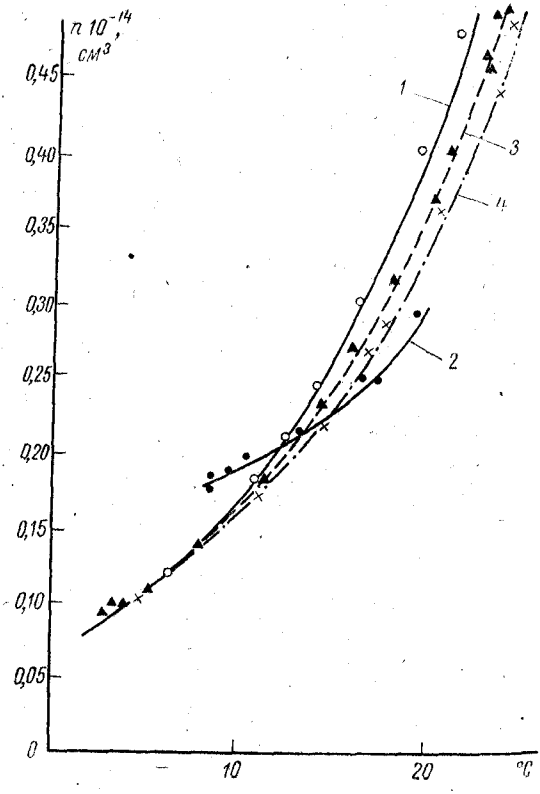


Рис. 3. Зависимость плотности ртутных паров от температуры:
1—для чистой ртути; *2*—с добавкой 0,2% галлия; *3*—с добавкой 0,2 % олова; *4*—с добавкой 0,8% олова

Катод был отделен от рабочего объема прибора теплозащитным экраном. Предварительно измеренное количество примесей помещалось в специальный бункер *7*, укрепленный на шлифе, что позволяло вводить известными порциями добавки в ртуть без нарушения вакуума. Денситометр *8* вводился в прибор также на шлифе.

При выборе металлов, вводимых в ртуть в качестве добавки, мы руководствовались двумя основными требованиями: а) металл должен растворяться в ртути; б) собственная упругость паров металла должна быть значительно меньше упругости ртутного пара при рабочей температуре. В качестве добавок в ртуть были выбраны галлий и олово, которые дают амальгаму при комнатных температурах и имеют давление собственных паров на 2—3 порядка ниже давления ртутного пара при тех же температурах.

Плотность пара измерялась в области температур от 5 до 24° С, добавка галлия составляла 0,2 вес. %, олово вводилось двумя последовательными порциями 0,2 и 0,8 вес. % (рис. 3). Учитывая относительную погрешность измерений, можно утверждать, что с введением в ртуть добавок олова плотность ртутного пара заметно снижается (10—15%). Своеобразный характер обнаружила зависимость плотности паров от температуры в случае добавки галлия. В области температур ниже 11° С кривая *2* лежит выше, чем для чистой ртути (кривая *1*).

Представленные результаты служат лишь иллюстрацией применимости предложенной методики для измерений плотности пара над амальгамами.