

рекуррентным способом постановки данных и условий (когда данные задаются опосредованно, один вопрос через другой); – задачи, направленные на установление взаимосвязи, проведение аналогии, обобщения; – задачи, имеющие нестандартную фабулу постановки и задания вопроса; – задачи в форме игр либо заданий практической или лабораторной работы.

УДК 531.787

Панок Е.О.

## **РАДИОАКТИВНЫЕ МАНОМЕТРЫ**

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: преподаватель Орлова Е.П.*

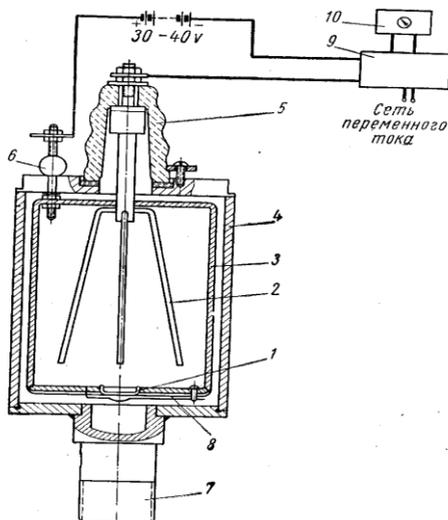
Манометры служат для измерения давления жидкостей, газов и паров. Различают манометры для определения абсолютного давления, отсчитываемого от нуля (полного вакуума); избыточного давления, т.е. превышения давления над атмосферным; разности двух давлений, отличающихся от атмосферного (дифференциальные манометры, или дифманометры). Приборы для измерения давления, соответствующего атмосферному, называемые барометрами, давления ниже атмосферного – вакуумметрами, избыточного давления и давления ниже атмосферного-мановакуумметрами. Шкалы манометров могут быть градуированы в килопаскалях (кПа) или мегапаскалях (МПа), а также в кгс/м<sup>2</sup>, кгс/см<sup>2</sup>, барах, мм вод. ст., мм рт. ст. и др. По принципу действия манометры могут быть жидкостными, грузопоршневыми, деформационными тепловыми и др., по способу представления информации о величине измеряемого давления – показывающими, регистрирующими и сигнализирующими. Кроме манометров с непосредственным отсчетом показаний применяют так называемые бесшкальные датчики (измерительные преобразователи) давления с унифицированными (стандартизованными) пневмати-

ческими или электрическими выходными сигналами. Такие датчики широко используют в системах автоматического контроля, регулирования и управления химико-технологическими процессами, в частности при автоматизации пожаро- и взрывоопасных производств. Датчики давления должны надежно работать при наличии интенсивной вибрации, нестационарных температурных и электро-магнитных полей, а также в агрессивных средах, в условиях высокой влажности, запыленности и загазованности окружающей среды.

Для измерения низких давлений применяют манометры, работа которых основана на использовании различных физических принципов. Так для измерения низкого вакуума используют жидкостные U-образные и механические манометры; для измерения среднего вакуума - *теплоэлектрические и радиоактивные манометры*; для измерения высокого вакуума – компрессионные, магнитные электроразрядные и ионизационные манометры.

В ионизационных радиоактивных манометрах (рисунок 1) мерой давления служит ионный ток, получаемый в результате ионизации газа альфа-частицами. Последние излучают радиоактивное вещество, помещенное в манометре. В связи с этим ионизационный радиоактивный манометр обычно называют просто радиоактивным манометром или альфатроном. В качестве радиоактивного вещества часто применяют соли радия. Радий, кроме относительно безвредных альфа-частиц, излучает еще бэта - и гамма-частицы, обладающие высокой проникающей способностью, а в процессе распада образует вредный радиоактивный газ - радон, все это требует предпринимать особые меры безопасности при эксплуатации и хранении таких манометров. В связи с этим расширяется область применения манометров с плутониевыми радиоактивными источниками, дающими практически одно альфа-излучение. При работе с *радиоактивным манометром* следует учитывать, что его показания зависят от рода газа. Нельзя допускать

попадания в манометр химически агрессивных газов, паров кислот и других веществ, которые могут легко вступать в химическое взаимодействие с плутонием. Необходимо тщательно оберегать манометр от ударов и помнить, что плутоний и его соединения сильно ядовиты.



1 – радиоактивный источник; 2 – сетка; 3 – коллектор;  
 4 – корпус; 5 – главный изолятор; 6 – изолятор;  
 7 – подсоединение к вакуумной системе; 8 – крепление  
 источника; 9 – усилитель; 10 – измерительный прибор:  
 Рисунок 1 – Разрез ионизационной камеры радиоактивно  
 ионизационного манометра.

*Радиоактивный манометр* состоит из ионизационной камеры, электрометрического усилителя, измерительного прибора и источников питания.

*Радиоактивный манометр* (альфатрон) имеет широкий диапазон измерений, линейную градуированную кривую, сравнительно небольшие размеры датчика; с его помощью можно измерять давление агрессивных газов. Недостатком этого манометра является зависимость градуировки от рода

газа. В *радиоактивном манометре* - альфатроне ионизация газа происходит под действием радиоактивного излучения.

Радиоизотопный или *радиоактивный манометр* не имеет накаленного катода, благодаря чему устранена опасность повреждения манометра при возрастании давления. Источником ионизации может являться альфа - бэта - или гамма-излучение. Радиоактивное вещество расположено в приборе таким образом, что поток ионизирующих частиц строго постоянен. Однако этот поток чрезвычайно слаб и соответственно возникающий в приборе ионный ток требует весьма большого усиления. Наилучшая ионизация достигается при использовании веществ, излучающих альфа-частицы. Радиоактивное вещество наносится тонким слоем вблизи впускного патрубка манометра.

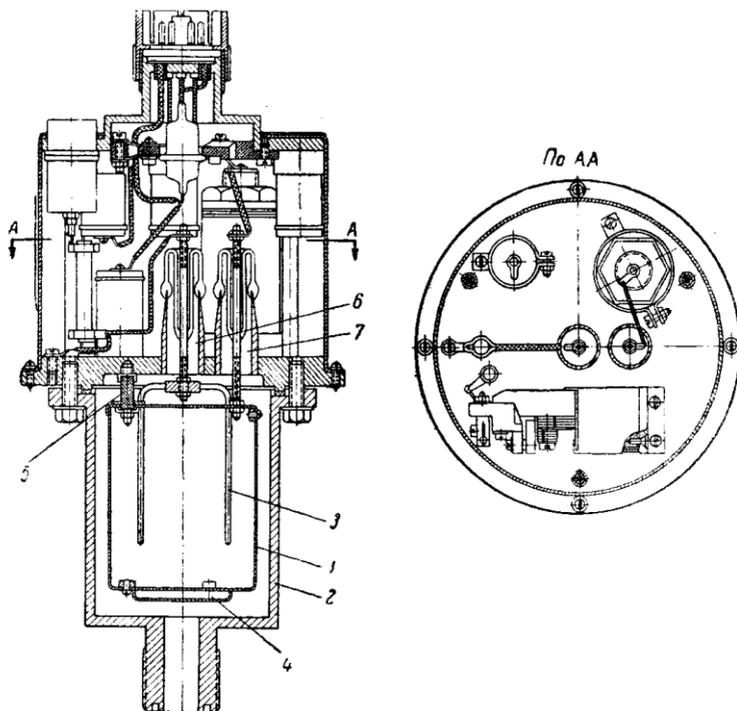
Большим достоинством *радиоактивного манометра* является то, что он имеет линейную характеристику в диапазоне давлений  $10^{-2}$  -  $10^{-3}$  мм рт. ст. Измерение более низких давлений затруднено из-за возникновения фонового тока в цепи коллектора в результате бомбардировки его альфа-частицами от радиоактивного источника. При устранении фонового тока можно мерять и более низкие давления, однако для этого необходимо использовать источник со значительно большей активностью, что часто бывает крайне нежелательно.

Нижний предел измерения *радиоактивного манометра* определяется наличием тока коллектора, не зависящего от давления. Он обусловлен попаданием на коллектор заряженных частиц, испускаемых радиоактивным источником, и вторичной электронной эмиссией с коллектора в результате его бомбардировки альфа-частицами.

Диапазон давлений, измеряемых *радиоактивным манометром*, составляет от  $10^{-2}$  до  $10^{-3}$  мм рт. ст. В качестве источника альфа-частиц применяется радий.

Чувствительность манометра зависит от вида газа. В *отечественном радиоактивном манометре МИР* (рисунок 2) ионный ток измеряется автоматическим потенциометром с

индукционной передачей на вторичный прибор. Диапазон измеряемых давлений от 0,01 до 10 мм рт. ст., верхние пределы измерения - 1 и 10 мм рт. ст. Основная погрешность показаний 2,5 % от верхнего предела измерений.



1 – Ионизационная камера; 2 – корпус манометра;  
 3 – коллектор; 4 – источник альфа-излучения;  
 5 – изоляторы; 6,7 – впаи:

Рисунок 2 – Устройство выносного датчика  
 в радиоактивном манометре МИР-1.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гонек, Н. Манометры / Н. Гонек. – Л.: Машиностроение, 1979. – 176 с.