

УДК 531.788.089.68-027.542 (476)

СОЗДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ДАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВАКУУМА

Шавилков Э.С.

*РВИ «Белорусский государственный институт метрологии»
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В статье рассмотрено понятие вакуума, сферы его применения в промышленном и научном секторе, а также актуальность создания Национального эталона единицы давления в области измерения вакуума в Республике Беларусь.

Ключевые слова: вакуум, эталон, абсолютное давление, вакуумметр.

ESTABLISHING A NATIONAL STANDARD OF PRESSURE UNIT IN THE FIELD OF VACUUM MEASUREMENT

Shavilkov E.

*Belarusian state institute of metrology
Minsk, Belarus*

Abstract. The article discusses the concept of vacuum, the scope of its application in the industrial and scientific sector, as well as the relevance of the creation of the National Standard of the unit of pressure in the field of measuring vacuum in the Republic of Belarus.

Key words: vacuum, standard, absolute pressure, vacuum gauge.

*Адрес для переписки: Шавилков Э.С., ул. Старовиленский тракт, 93, г. Минск 220053, Республика Беларусь
e-mail: shavilkov@belgim.by*

Общие сведения. В технике и прикладной физике под вакуумом понимают среду, состоящую из газа при давлении значительно ниже атмосферного [1]. Мерой степени разрежения вакуума служит длина свободного пробега молекул, то есть вакуум характеризуется соотношением между длиной свободного пробега молекул газа, связанной с их взаимными столкновениями, и характерным размером сосуда, в котором находится газ.

В зависимости от того, насколько давление ниже атмосферного давления, равного 101325 Па (при стандартных условиях), вакуум подразделяют на диапазоны в соответствии с технологией, необходимой для его достижения или измерения [2]. Выделяют несколько уровней вакуума, распределение давления в которых выглядит следующим образом:

- низкий вакуум (НВ): от 10^5 до 10^2 Па,
- средний вакуум (СВ): от 10^2 до 10^{-1} Па,
- высокий вакуум (ВВ): от 10^{-1} до 10^{-5} Па,
- сверхвысокий вакуум (СВВ): от 10^{-5} до 10^{-9} Па,
- чрезвычайно высокий вакуум (ЧВВ): $< 10^{-9}$ Па.

Данные уровни вакуума в зависимости от области применения разделяют на три производственные группы.

Низкий вакуум: в основном используется там, где требуется откачка большого количества воздуха. Для получения низкого вакуума используют электромеханические насосы лопастного типа, центробежного, насосы с боковым каналом, генераторы потока и т.д.

Промышленный вакуум: соответствует диапазону значений давления от 1 до 80 кПа. Промышленный вакуум получают с помощью ротационных, жидкостно-кольцевых, поршневых

насосов и лопастных вакуумных генераторов по принципу Вентури. Областью применения промышленного вакуума является захват присосками, термоформование, вакуумный зажим, вакуумная упаковка и др.

Технический вакуум: соответствует значениям давления от 1 кПа и меньше. Такой уровень вакуума получают при помощи двухуровневых ротационных насосов, эксцентриковых роторных насосов, вакуумных насосов Рутса, турбомолекулярных насосов, диффузионных насосов, криогенных насосов и т.д. Технический вакуум используется, в основном, при лиофилизации, металлизации и термообработке. В науке технический вакуум используется в качестве симуляции космического пространства.



Рисунок 1 – Общий вид установки вакуумметрической эталонной 2-го разряда УВЭ-3

Вакуум используется в электродуговых трубках, лампах накаливания, ускорителях частиц, в металлургии, пищевой и аэрокосмической промышленности, в установках для контроля ядерного синтеза, в микроэлектронике, в стекольной и кера-

мической промышленности, в науке, в промышленной роботехнике, в системах захвата с помощью вакуумных присосок и т.д.

Для измерения вакуума используются специальные средства измерений – вакуумметры различных типов и принципов действия.

Актуальность работы. В настоящее время в Республике Беларусь отсутствует эталонное оборудование, которое может применяться для проведения метрологического контроля средств измерений вакуума.

Предприятия Республики Беларусь для проведения метрологического контроля средств измерений вакуума пользуются услугами других государств, в частности, Российской Федерации, которая имеет Государственный рабочий эталон 2-го разряда единицы давления для области низких абсолютных давлений (ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева») со следующими характеристиками:

- диапазон измерений от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1,06 \cdot 10^5$ Па;
- пределы допускаемой относительной погрешности:

- $\pm 15\%$ в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Па;

- $\pm 10\%$ в диапазоне свыше $1 \cdot 10^{-2}$ до $6,65 \cdot 10^3$ Па;

- ± 665 Па в диапазоне свыше $6,65 \cdot 10^3$ до $1,06 \cdot 10^5$ Па.

Цель и новизна разработки. Конечной целью является создание Национального эталона единицы давления в области измерения вакуума.

Национальный эталон единицы давления в области измерения вакуума будет служить для хранения, воспроизведения и передачи размера единицы давления в области измерения вакуума эталонам, для проведения метрологического контроля средств измерений низкого абсолютного давления, в первую очередь, в области измерения вакуума, обеспечения единства измерений в области измерения давления на территории Республики Беларусь.

Метрологические требования к Национальному эталону:

- диапазон воспроизведения (измерения) и передачи единицы давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^5$ Па;

- пределы допускаемой относительной погрешности:

- $\pm 15\%$ в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Па;

- $\pm 5\%$ в диапазоне свыше $1 \cdot 10^{-1}$ до 10 Па;

- $\pm 4\%$ в диапазоне свыше 10 до 10^3 Па;

- $\pm 2\%$ в диапазоне свыше $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ Па.

Предельное остаточное давление установки, не более: $1 \cdot 10^{-7}$ Па.

Аналоги создаваемого эталона в Республике Беларусь отсутствуют.

Создание Национального эталона единицы давления в области измерения вакуума обеспечит:

- единство измерений низкого абсолютного давления, в первую очередь, в области измерения вакуума на территории Республики Беларусь;

- воспроизведение, хранение и передача размера единицы давления в области измерения низкого абсолютного давления к рабочим эталонам;

- проведение метрологического контроля средств измерений низкого абсолютного давления в области измерения вакуума;

- сокращение затрат предприятий Республики Беларусь на метрологические услуги организаций других государств, повышение качества и конкурентоспособности продукции, выпускаемой предприятиями Республики Беларусь;

- проведение научно-исследовательских работ в области измерения низкого абсолютного давления в области измерения вакуума

Литература

1. Chambers, A. Modern Vacuum Physics / A. Chambers. – Boca Raton : CRC Press, 2004.

2. Родин А. М. Вакуум. Физическая энциклопедия : в 5 т. / А. М. Родин, А. В. Дружинин ; гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1. – С. 235–236. – 707 с.