

Основные направления и дальнейшее развитие деятельности в области измерений давления во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

Р.А. Тетерук

Санкт-Петербург, ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», пр. Московский, 19
e-mail: r.a.teteruk@vniim.ru

В статье описывается научно-техническая деятельность, проводимая во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в области измерений давления, а также перспективы дальнейших исследований и разработок в данной области.

The main directions and further development of activities in the field of pressure measurements in D.I. Mendeleev Institute for Metrology. R.A. Teteruk. The article describes the scientific and technical activities carried out at D.I. Mendeleev Institute for Metrology in the field of pressure measurements as well as prospects for further research and development in this field.

В январе 2017 года во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» сформирован новый отдел государственных эталонов в области измерений давления. Целью создания отдела стало объединение двух подразделений института, осуществлявших деятельность в сходных областях, а именно в области измерений абсолютного и избыточного давления.

Тем не менее, необходимо отметить, что история отдела берет начало еще в 1906 г. в Главной Палате мер и весов, где по инициативе Д.И.Менделеева была создана манометрическая лаборатория, которая до 1925 года являлась единственным метрологическим и поверочным центром России в области измерений давления. Деятельность лаборатории развивалась, множество эталонов были созданы во ВНИИМ впервые и были уникальны по своим характеристикам для своего времени.

В 70-х годах 20-го века перед метрологической наукой были поставлены качественно новые требования к отечественной эталонной базе. В связи с чем коллективом отдела давления и вакуума были созданы все основные государственные первичные эталоны единицы давления, которые после доработок и совершенствований применяются и сегодня.

В настоящее время в отделе содержатся четыре государственных первичных эталона единицы давления.

1. ГПЭ единицы давления-паскаля в диапазоне 0,02-10 МПа — ГЭТ 23-2010.
2. ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления $1 \cdot 10^{-1}$ - $7 \cdot 10^5$ Па — ГЭТ 101-2011.
3. ГПСЭ единицы давления для области низких абсолютных давлений (вакуума) в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ - 10^3 Па — ГЭТ 49-2016.
4. ГПСЭ единицы давления для разности давлений от 0,1 до $4 \cdot 10^4$ Па — ГЭТ 95-75. С 2017 года начаты работы по его совершенствованию.

Наличие эталонной базы позволяет отделу обеспечивать единство измерений и осуществлять метрологическое обеспечение наиболее технологичных отраслей российской промышленности. Космическая отрасль, военно-промышленный комплекс, металлургия, производство электроники, атомная и пищевая промышленность – вот лишь основные из них.

В ходе своей работы отдел решает следующие задачи.

1. Применение и активное хранение государственных, вторичных и рабочих эталонов единицы давления для области постоянных давлений.
2. Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, с целью разработки методов и средств измерений в области измерений давления для создания новых и постоянного совершенствования действующих государственных, вторичных и рабочих эталонов единицы давления.
3. Выполнение головной роли в стране по обеспечению единства измерений давления в соответствии с областью аккредитации.

4. Проведение метрологических работ и научных исследований, обеспечивающих выполнение головной роли ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в закрепленных за отделом видах измерений. Проведение научно-технической политики в стране в области создания средств измерений давления нового поколения.

5. Передача единиц величин от государственных, вторичных и рабочих эталонов единицы давления НИО 231 подчиненным эталонам и средствам измерений, согласно поверочным схемам и области аккредитации.

6. Осуществление научно-технических разработок с целью создания новых прецизионных средств измерений в области измерений давления.

7. Проведение международных работ по закрепленным за отделом видам измерений. Участие в деятельности международных метрологических организаций.

8. Участие в международных сличениях эталонов (в том числе ключевых, двусторонних, пилотных, дополнительных), проводимых как под эгидой ССRI и BIPM, так и в рамках COOMET, EUROMET, APMР и других региональных организаций.

9. Участие в межлабораторных сличительных испытаниях (МСИ).

10. Выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в соответствии с тематическим планом.

11. Разработка, совершенствование и экспертиза нормативных документов по обеспечению единства измерений в области закрепленных за отделом видам измерений.

12. Проведение испытаний эталонных и рабочих средств измерений давления с целью утверждения типа; сертификации, поверки, калибровки, градуировки и метрологических исследований. Проведение метрологической экспертизы документации и объектов.

13. Проведение работ по оснащению государственных метрологических служб и метрологических служб юридических лиц эталонами единицы давления.

14. Составление комплексных программ метрологического обеспечения в области измерений, закрепленных за отделом.

В рамках проведения НИОКР в настоящее время в отделе осуществляются следующие работы:

- разработка датчиков давления и вакуумметров по технологии микроэлектромеханических систем (МЭМС);
- создание установок для поверки мер потока;
- создание и совершенствование вакуумметрических эталонных установок;
- создание генераторов потока газа в вакууме.

Остановимся несколько подробнее на каждой из этих работ.

Анализ проведенных в отделе испытаний средств измерений на утверждение типа с 2010 года показал, что в настоящее время отечественная промышленность не производит вакуумметры, в то время как спрос на данную категорию средств измерений неуклонно растет. На рынке присутствуют в многочисленных вариантах только зарубежные образцы. В связи с этим, а также благодаря накопленному заделу в области создания чувствительных элементов давления с использованием технологий МЭМС в отделе был создан первый опытный образец вакуумметра с датчиком вакуума, основанном на резонансном принципе измерений (рис. 1).



Рис. 1. Вакуумметр, созданный по технологии МЭМС.

В настоящее время начата ОКР по созданию на базе него носимого прецизионного эталонного вакуумметра, полностью производимо в Российской Федерации, включая производство чувствительных элементов. Кроме того, планируется также организовать серийное производство этих вакуумметров, что позволит получить промышленно выпускаемые отечественные приборы, не уступающие по метрологическим характеристикам зарубежным аналогам, но со значительно меньшей стоимостью и габаритными размерами.

Другим направлением разработок является создание и совершенствование вакуумметрических эталонных установок и установок для поверки мер потока газа в вакууме. В настоящее время такие установки уже применяются на многих предприятиях, таких как АО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва», ОАО «ГРЦ имени В.П.Макеева», ФБУ «Ростест-Москва» и ряде других. Установки имеют следующие метрологические характеристики:

- диапазон измерений от 10^{-5} до 10^3 Па;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm(15-10)\%$.

Ввиду того, что за последние годы значительно возросла потребность в поверке мер потока газа в вакууме, а также фактически отсутствием метрологического обеспечения в данной области, в нашем отделе активно ведутся работы по созданию элементов государственного первичного эталона потока газа в вакууме. Предполагается, что в ближайшем будущем будет разработан как указанный эталон, так и соответствующая государственная поверочная схема.

Кроме того, в 2017 году была разработана и изготовлена установка вакуумная потокометрическая эталонная, которая по итогам испытаний имеет следующие метрологические характеристики:

- диапазон измерений потока газа в вакууме от $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений в диапазоне от $1 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ Па·м³/с включительно $\pm(15-5 \cdot 10^9 \cdot Q_{изм})\%$, в диапазоне свыше $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с $\pm(10-5 \cdot 10^5 \cdot Q_{изм})\%$.

В рамках международной деятельности проводятся совместные работы с национальными метрологическими институтами Чехии, Турции, Германии.

Основные направления развития деятельности:

- создание государственного первичного эталона потока газа в вакууме и ГПС;
- расширение сотрудничества с предприятиями промышленности;
- обеспечение лидерства Российской Федерации в мире в области методов и средств измерения давления;
- разработка приборов и метрологического обеспечения к ним в рамках импортозамещения, в том числе преобразователей, выполненные по технологии МЭМС, отечественных течеискателей, отечественных грузопоршневых манометров высокого класса точности.