

# Перспективы развития и основная проблематика создания эталонной базы единицы потока газа в вакууме в РФ

© Д.М. Фомин, А.А. Чернышенко

vacuum@vniim.ru

Санкт-Петербург, ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», пр. Московский, 19

*В статье рассматриваются основные проблемы создания эталонной базы единицы потока газа в вакууме, а также перспективные разработки в данной области измерений.*

***Prospects of development and main issues of establishing of gas flow standard base unit in vacuum. D.M. Fomin, A.A. Chernyshenko. The article discusses the main problems of creating of the standard base unit of the gas flow in vacuum and promising developments in these measurements.***

Приборы для контроля герметичности такие как течеискатели масс-спектрометрические, меры потока, щуповые течеискатели различного принципа действия применяются в различных отраслях промышленности, а в частности: в атомной, космической, авиационной, химической промышленности, а также в производстве микро- и нанoeлектроники с середины прошлого века. Однако до настоящего времени в РФ не существует государственной эталонной базы.

Это обусловлено в первую очередь тем, что до 2007 года течеискатели масс-спектрометрические в РФ не являлись средством измерений (СИ) и не подлежали первичной и периодической поверке. Данная ситуация выглядела довольно странно, особенно учитывая тот факт, что основным прибором для контроля и испытаний на герметичность в методах, описанных в ГОСТ 28517-90, являются течеискатели масс-спектрометрические[1].

В настоящее время в качестве средств измерений утверждено 9 типов серийно-производимых течеискателей масс-спектрометрических гелиевых (из них 2 типа отечественного производства) и 2 типа мер потока (из них 1 тип отечественного производства), так же существует большой парк приборов не утвержденных в качестве СИ, однако пользователи хотят проводить периодическую калибровку приборов для контроля достоверности показаний.

В связи большим спросом на метрологические услуги в данной области измерений необходимо в ближайшее время поставить задачу разработки и создания государственного первичного эталона (ГПЭ) единицы потока газа в вакууме в диапазоне  $1,0 \cdot 10^{-16} \dots 1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/с ( $2,5 \cdot 10^{-13} \dots 2,5 \cdot 10^{-1}$  Па·м<sup>3</sup>/с). Создание эталона позволит решить следующие основные задачи:

- Обеспечение единства измерений потока газа в вакууме.
- Создание современного ГПЭ единицы потока газа в вакууме, характеристики которого не уступают характеристикам аналогичных комплексов развитых стран.

- Создание современной системы метрологического обеспечения измерений потока газа в вакууме в РФ.
- Разработка государственной поверочной схемы для средств измерений потока газа в вакууме.
- Участие нового ГПЭ в очередных ключевых международных сличениях.

Следующим шагом развития эталонной базы после создания ГПЭ должно стать обеспечение установками для проведения поверки и калибровки СИ в данной области измерений территориальные центры стандартизации и метрологии (ЦСМ). На рис. 1 представлен внешний вид установки для поверки мер потока разработанной во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Данный шаг позволит сделать более доступным предоставление метрологических услуг в регионах РФ.

На данный момент существует огромная проблема, связанная с применением на предприятиях старого оборудования для проведения контроля герметичности выпускаемой продукции. В частности, этими приборами являются течеискатели масс-спектрометрические гелиевые ПТИ-7, ПТИ-10, ПТИ-14, ТИ1-22, ТИ1-30, а также различные модификации иностранных течеискателей выпущенных до проведения процедуры испытаний с целью утверждения типа. Данные приборы всегда считались индикаторными и не внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (Госреестр РФ). При отсутствии метрологического контроля и надзора за течеискателями велика вероятность ошибочного принятия нормы герметичности, что влечет за собой увеличения вероятности возникновения ошибочных решений, как первого, так и второго рода. Ценой ошибки первого рода станут финансовые потери предприятия от признания бракованных изделий бракованными. Цена ошибки второго рода значительно существеннее – человеческая жизнь, человеческое здоровье, потеря дорогостоящего комплекса, составной частью которого оказалось бракованной изделие и т.д.[1]



**Рис. 1.** Внешний вид установки для поверки мер потока.

В последнее время возросло количество обращений от предприятий, особенно от предприятий, работающих на военно-промышленный комплекс, о метрологическом обеспечении старых приборов. Решением данной проблемы может стать калибровка приборов по разработанной методике калибровки. В методике калибровки должны отображаться точностные характеристики прибора (неопределенность измерений), также должна существовать возможность проведения калибровки в различных диапазонах по запросу предприятия.

Следующей проблемой является разработка и серийный выпуск мер потока, отечественного производства с возможностью наполнения различными газами (водород, азот, аргон, фреон и т.д. Данные меры потока необходимы для калибровки щуповых течеискателей. Также необходимо проведение государственных испытаний с целью утверждения типа для определения метрологических характеристик данных мер потока. На данный момент в Госреестре РФ нет утвержденных в качестве СИ мер потока с возможностью наполнения другим газом, кроме He4.

Для точных измерений молекулярных потоков газа в вакууме необходимо разработать и создать механический потокомер постоянного давления [2]. Конструктивно потокомер представляет собой вакуумно-герметичную систему поршень-цилиндр. Также для реализации потокомера необходимо проработать реализацию привода и измерителя перемещения. В качестве измерителя перемещения предполагается использовать различные оптические измерители перемещения, имеющие высокую точность измерений, а в качестве привода предполагается использовать шаговый двигатель. В конструкции потокомера необходимо будет проработать систему термостабилизации, что позволит свести к минимуму воздействия температурных колебаний на качество измерений.

Разработка и создание потокомера позволит проводить качественные измерения мер потока с наполнением различными газами, также с истеканием, как на вакуум, так и на атмосферу. Также следует отметить, что подобными потокомерами оснащены большинство первичных эталонов ведущих стран мира.

Создание в стране четкой системы измерений в области молекулярных потоков газа в вакууме позволит существенно повысить качество проводимых измерений с помощью данного оборудования, тем самым повысить качество производимой продукции, сократить вероятность принятия ошибочного решения в отношении испытываемых объектов.

## Литература

1. Фомин Д.М. Метрологическое обеспечение течеискателей масс-спектрометрических гелиевых // «Вакуумная техника, материалы и технология». Материалы X Международной научно-технической конференции. Под редакцией доктора технических наук, профессора С.Б. Нестерова. М. 2015. pp. 66-69.
2. Чернышенко А.А. Теоретико-прикладные положения поверки средств измерений потока газа в вакууме. СПб: «Студия «НП-Принт», 2014. 136 с.