

2. Pye D. Practical nitriding and ferritic nitrocarburizing / D. Pye. ASM International, 2003. – 256 p.
3. Active screen plasma nitriding: H.–J. Spies, H. Biermann, I. Burlacov, K. Börner. // Adv. mat. & proc. – 2013. – Vol. 66. – P. 66–68.
4. Yagita K. Plasma nitriding treatment of high alloy steel for bearing components [Text]: K. Yagita, C. Ohki. NTN Technical review. 78. (2010), 33–40.
5. Li G. Effect of DC plasma nitriding temperature on microstructure and dry-sliding wear properties of 316L stainless steel / Li, G., Peng, Q., Li C., Wang Y., Gao, J., Chen, S., Wang, J., Shen, B. // Surface & Coatings Technology. – 2008. – 202. – P. 2749–2754.
6. Лахтин Ю.М. Азотирование стали / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган. – М.: Машиностроение, 1976. – 256 с.
7. Герасимов С.А., Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов / С.А. Герасимов, Л.И. Куксенова, В.Г. Лаптева. – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 518 с.: ил.
8. Лахтин Ю.М. Диффузионные основы процесса азотирования / Ю.М. Лахтин // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1995. – № 7. – С. 14–17.

Порядок калибровки, поверки течейскаателей и аттестации специалистов неразрушающего контроля

М.Л. Виноградов, Д.К. Кострин
Санкт-Петербург, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ул. Профессора Попова, 5
E-mail: mlyinogradov@etu.ru

Публикация направлена на разъяснение вопросов метрологии приборов для контроля герметичности, применяемых на территории Российской Федерации. Рассмотрены две группы процедур, выполняемых в целях установления возможности применения оборудования предназначенного для поиска течей для численной оценки степени негерметичности: поверка и калибровка. Отдельно представлен порядок калибровки стационарных установок контроля герметичности, установленных на конвейерном производстве, и вопросы аттестации персонала в области неразрушающего контроля.

Calibration and verification of leak detectors and staff certification in non-destructive testing. M.L. Vinogradov, D.K. Kostrin. The publication is aimed at clarifying the issues of metrology equipment for leakage control used in the Russian Federation. There are two groups of procedures that are performed in order to establish the possibility of using leak detectors for the quantitative measurement – government verification and calibration. Calibration of stationary leak detections systems mounted on the assembly line and staff certification in the field of non-destructive testing are also presented.

Поверка течейскаателей. Поверка прибора – это совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия средства измерений метрологическим требованиям. Согласно Федеральному закону №102 «Об обеспечении единства измерений», средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежат поверке. Таким образом, если предприятие работает в сферах деятельности, попадающих под государственное регулирование, течейскаатель на производстве должен быть поверен. Из типичных сфер производства, где применяются приборы контроля герметичности, в область государственного регулирования попадают: атомная энергетика, здравоохранение и оборонные предприятия. Полный список приведен в п.3 ст.1 ФЗ №102 [1].

Для осуществления поверки течеискателя органом метрологического надзора, прибор должен быть внесен в государственный реестр средств измерений. Для предприятия данный способ обеспечения единства измерений, как правило, требует ежегодной остановки цикла производства для отправки течеискателя в метрологическую организацию с целью проведения поверки.

При внесении масс-спектрометрического течеискателя в реестр средств измерений устанавливается новый метрологический параметр – относительная погрешность измерений течеискателя, который определяет точность измерений истечения гелия. Как следует из анализа документации Росстандарт, для большинства течеискателей поставщиками заявлено очень малое значение допустимой погрешности измерений при поверке прибора – не более 15%.

Делается это, по-видимому, для получения преимуществ при участии в аукционах на поставку приборов. Представители метрологических организаций отмечают, что для заказчика оборудования это приводит к дополнительным трудностям при ежегодной поверке. Новый течеискатель, поставляемый производителем, данному требованию удовлетворяет. Однако, когда после года эксплуатации предприятие обратится для поверки прибора, указанное требование может оказаться невыполненным. В таком случае, орган метрологического контроля не имеет право выдавать документы о допустимости применения прибора для количественных измерений потока гелия.

Значение допустимой погрешности для течеискателя в 15% соответствует случаю, когда прибор, при подключении эталонной течи $3 \cdot 10^{-9}$ Па·м³/с, индицирует показание $3,45 \cdot 10^{-9}$ Па·м³/с. Очевидно, что для обеспечения повторяемых измерений с такой точностью вакуумная система прибора должна быть в идеальном техническом состоянии, что редко возможно в условиях реального производства.

Калибровка течеискателей. Калибровка течеискателя – это совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик и метрологической пригодности течеискателя, который применяется вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений. Выбирать в качестве метрологической операции калибровку приборов контроля герметичности следует, например, представителям иностранных производств, работающих на территории России. Калибровка соответствует международным стандартам предприятий автомобильной, холодильной, электронной, топливной, гражданской авиационной и судостроительной отраслей промышленности. Калибровка течеискателя выполняется с использованием эталонов единиц потока, давления или расхода, прослеживаемых к государственным первичным эталонам.

В данном случае течеискатель позиционируется в качестве СТО (специального технологического оборудования). При измерениях потоков из мест нарушения герметичности используется метод сравнения с мерой потока, такой, например, как контрольная течь типа Гелит. Погрешность измерения определяется погрешностью меры потока. В данном случае, именно мера потока подлежит контролю органами метрологического надзора.

Межповерочный интервал для меры потока Гелит 1 составляет один год, для Гелит 2 – два года. Течи гелиевые поставляются с отметкой о государственной поверке. В случае своевременной поверки контрольной течи, установленной в течеискателе, прибор можно применять для количественных измерений потока течей. С применением гелиевых течей Гелит (рис. 1) производится калибровка приборов иностранного производства, таких, например, как японский гелиевый масс-спектрометрический течеискатель Ulvac Heliot (рис. 2). Этот прибор в 2016 г. признан лучшим инновационным продуктом в сфере высоких технологий в рамках выставки Вакуумтехэкспо [2]. Выполнение калибровки позволяет применять течеискатель на территории России для количественных измерений потоков течей. Для использования на предприятиях из сфер государственного регулирования единства измерений проводится процедура внесения течеискателя Ulvac Heliot в государственный реестр средств измерений.

Калибровка установок контроля герметичности. Автоматические системы поиска течей, встроенные в конвейеры на серийном производстве, требуют регулярной калибровки. Однако отправить их в метрологическую организацию или даже остановить на период проведения технических работ зачастую крайне сложно. Калибровка автоматических систем

производится специалистами с выездом на территорию производства и выполняется с применением калибраторов, входящих в реестр средств измерений РФ.

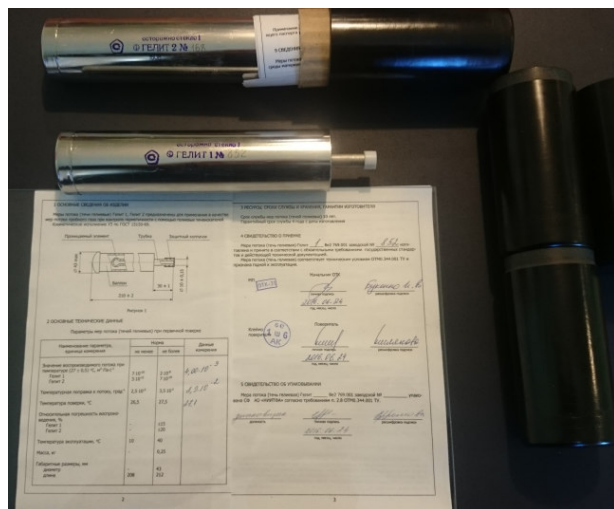


Рис. 1. Гелиевые течи для калибровки течеискателей.

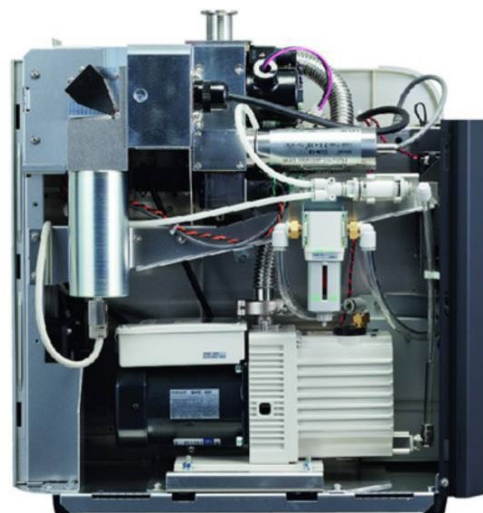


Рис. 2. Течеискатель Ulvac Heliot с встроенной гелиевой течью.

Примерами установок конвейерной проверки герметичности является система поиска течей в радиаторах и интеркулерах на автомобильном заводе, а также система тестирования на герметичность запорной арматуры.

Обе эти системы (рис. 3, 4) встроены в цикл автоматического производства, и их остановка на значительное время сопровождается существенными убытками для производителя. Например, производительность системы при контроле герметичности вентилях достигает 1440 изделий за смену. Простой даже на несколько часов из-за калибровки и настройки оборудования нарушает график производства.

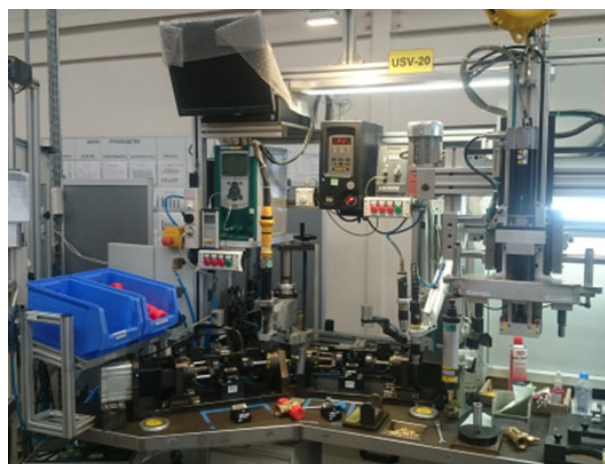


Рис. 3. Установка высокопроизводительного контроля герметичности запорной арматуры.



Рис. 4. Установка контроля герметичности радиаторов на автомобильном производстве.

Автоматизированный контроль герметичности высокой производительности реализован на базе манометрического течеискателя Nolek S9. Принцип расчета потока течи в нем основан на определении скорости изменения давления в объекте контроля, т.е. прибор S9 создает установленное давление в проверяемом изделии и контролирует, изменяется ли давление со временем [3].

Для ежегодной калибровки установок контроля герметичности на базе течеискателя Nolek S9, с целью определения метрологических характеристик и метрологической

пригодности оборудования, специалисты применяют калибровочные приборы следующих типов (табл. 1).

Таблица 1. Приборы для калибровки установок контроля герметичности.

Тип прибора	Модель	С/н	Документы
Калибратор потоков	Nolek C9-L	118	Сертификат RU 01 №242/4836-2016 от 26.07.2016 на 1 год, ВНИИМ им. Д.И. Менделеева
Калибратор давления	Fluke 717-3006	351838	СИ в Госреестре РФ №47783-11 до 31.08.2021. Сертификат №3000022077 от 24.05.2016 на 1 год

Первый из приведенных калибраторов выпускается производителем течейскаателя и предназначен для оценки потока контрольной течи, установленной в приборе. Второй – является высокочувствительным датчиком давления, используемым для определения точности измерений дифференциального датчика давлений течейскаателя S9. По результатам испытаний составляется протокол калибровки установки с указанием параметров настройки программ автоматического контроля герметичности (рис. 5, 6).

Программа	1	2	3	Единицы измерения
Тестируемая деталь	Внешняя ч.	Мембранная	Конус	
Давление теста	300	30	300	гПа
Порог браковки	30	15	30	мг/с
Контрольная течь	30	250	30	мг/с
Давление теста в 89	2000	800	2000	мбар
Давление по калибратору	3000	300	3000	мбар
Время стабилизации	18	10	18	с
Время измерения	2	2,0	2	с
Время сдвига течи	2	2,0	2	с
Порог срабатывания	25	20	25	Па
Значения после корректуры	30	50	30	мг/с
Давление теста в 89	2000	900	2000	мбар
Давление по калибратору	3000	300	3000	мбар
Время стабилизации	18	10	18	с
Время измерения	2	2,0	2	с
Время сдвига течи	2	2,0	2	с
Порог срабатывания	25	20	25	Па

Рис. 5. Протокол калибровки течейскаателя NOLEK S9.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
190003, Россия, г. Санкт-Петербург, Матвеевской ул., 19
Факс: +7 812 313-03-14, телефон: +7 812 313-22-44, e-mail: info@vniim.ru
Регистрационный номер статуса аккредитации IARU.311541

СЕРТИФИКАТ КАЛИБРОВКИ

RU 01 № 242/4836-2016

008742

Дата калибровки = 26 июля 2016 г. Страница 1 из 2

Объект калибровки: Расходомер C9-L
зм. № 118

Заказчик: Общество с ограниченной ответственностью «ВАКТРОН», (ООО «ВАКТРОН»)
ИНН 7806527500
РФ, 197342, Санкт-Петербург, ул. Торжковская, д. 5,
Помещение 2-012, оф. 32-34

Метод калибровки: Метод принца измерений, ИСО 6145-1:2003 Анализ газов. Приготовление газовых смесей для калибровки с использованием динамических объемных методов. Часть 1. Метод калибровки, п.4.2.2. Поршневой расходомер с ртутным уплотнением.

Руководитель научно-исследовательского отдела госстандартов в области физико-химических измерений: Л.А. Ковалева

Дата выдачи = 26 июля 2016 г.

Рис. 6. Сертификат калибровки инструмента NOLEK C9.

4. Аттестация персонала для работы с течейскаателями

Специалист предприятия, работающий с течейскаателями, должен пройти соответствующее обучение и быть аттестован по направлению контроля герметичности проникающими веществами. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля ПБ 03-440-02 утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 23 января 2002 г. [4].

Программа обучения «Основы течеиспания и вакуумной техники», ориентированная на подготовку дефектоскопистов к аттестации в области течеиспания, разработана в университете СПбГЭТУ «ЛЭТИ» [5].

После прохождения данной дополнительной профессиональной образовательной программы, специалист сдает квалификационный экзамен в аккредитованном центре и, в случае успешного прохождения, получает квалификационное удостоверение (рис. 7, 8).



Рис.7. Удостоверение о повышении квалификации по курсу «Основы течеискания и вакуумной техники».



Рис. 8. Квалификационное удостоверение в области неразрушающего контроля по ПБ 03-440-02.

Аттестация по течеисканию на II уровень, согласно ПБ 03-440-02, дает специалисту право на осуществление и руководство испытаниями в соответствии с утвержденными нормативными и техническими документами; выбора способа контроля; документирования результатов контроля; разработки технологических инструкций и карт контроля.

Заключение. Для получения истинных результатов контроля герметичности изделий требуется соблюдение процедур метрологического контроля работы оборудования и внедрение современной методологической основы применения приборов. На предприятиях из сфер государственного регулирования единства измерений, таких как оборонная, атомная промышленность и здравоохранение, оборудование, используемое для контроля герметичности изделий, должно быть поверено. На производствах из других отраслей – откалибровано.

Проведение процедур поверки или калибровки течеискателя по эталонному источнику течи позволяет применять прибор не только для локализации течей, но и для их количественного измерения. На основе результатов измерений с использованием откалиброванного прибора, аттестованный оператор может сделать вывод о соответствии контролируемого изделия установленному конструкторской документацией классу герметичности.

Литература

1. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
2. Нестеров С.Б. Десять лучших инновационных продуктов выставки Vacuumtechexpo 2016 // Наноиндустрия.2016. №3 (65). С. 36-43.
3. Виноградов М.Л. и др. Анализ чувствительности методов течеискания и способ ее повышения//Контроль. Диагностика.2016. №5. С. 36-42.
4. ПБ 03-440-02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.
5. Vinogradov M. Helium leak detection: Education, equipment, application //2015 IV Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations). IEEE, 2015. P. 1-4.