

# Методы и средства течеискания

Современная техника течеискания – это область науки и техники, обеспечивающая создание и применение комплекса аппаратуры и методов контроля качества герметизации разнородных систем и изделий.

Герметичность – свойство изделия или его элементов, исключающее проникновение через них газообразных и (или) жидких веществ. В общем случае нарушение герметичности связано с наличием в оболочке сквозных капиллярных каналов (течей) или проницаемостью основного материала с ненарушенной структурой.

Проницаемость, как свойство материала, должна учитываться и исключаться при выборе материалов в процессе конструирования. Проницаемость носит избирательный характер и обнаруживает себя только по отношению к определенным проникающим веществам, в то время как через каналы течей могут проходить все проникающие вещества. При наличии течей обнаруживается прямая связь между составами газовой среды по обе стороны оболочки, а при подаче жидкости на одну поверхность оболочки выявляется ее присутствие на противоположной поверхности. Это позволяет базировать методы течеискания на применении различных пробных веществ, избирательно фиксируемых после проникновения их через течи.

Течь – это канал или пористый участок изделия или его элементов, нарушающих их герметичность. Как правило, малые характерные размеры течей исключают возможность их визуального наблюдения или обнаружения всеми другими методами дефектоскопии, кроме методов проникающих веществ. Малые размеры сечений и неоднородность их по длине произвольно извилистых каналов не позволяют характеризовать течи геометрическими размерами. Поэтому величины течей принято определять потоками проникающих через них веществ. Соответственно, в величинах потоков выражаются порог чувствительности аппаратуры (наименьший расход пробного вещества или наименьшее изменение давления, регистрируемые течеискателем) так же, как и диапазон выявляемых течей, и норма герметичности (наибольший суммарный расход вещества через течи герметизированного изделия, обеспечивающий его работоспособное состояние и установленный нормативно-технической документацией).

Поскольку количество перетекающего через течь вещества зависит от свойств этого вещества, температуры и перепада давлений на канале течи, то для однозначности принято характеризовать количественно течь потоком воздуха, проходящего через нее из атмосферы в вакуум в нормальных условиях.

## Основные понятия течеискания

В зависимости от направленности потока газа в технике течеискания различают понятия натекания и утечки.

*Натекание* – проникновение вещества через течи внутрь герметизированного изделия под действием перепада полного или парциального давления.

*Утечка* – проникновение вещества из герметизированного изделия через течи под действием перепада полного или парциального давления.

Натекание и утечка оцениваются потоком газа и имеют его размерность.

В технике течеискания в зависимости от назначения объекта, его конструкции, этапа технологического процесса и условий его проведения различают контроль герметичности и испытание на герметичность.

*Контроль герметичности* – технический контроль с целью установления соответствия изделия норме герметичности.

*Испытания на герметичность* – испытания с целью оценки характеристик герметичности изделия как результата воздействия на него при его функционировании или при моделировании воздействий на него.

В процессе испытаний изделий на герметичность используют пробные, индикаторные и балластные вещества.

*Пробное вещество* – вещество, проникновение которого через течь обнаруживается при течеискании.

*Индикаторное вещество* – вещество, в результате взаимодействия которого с пробным веществом формируется сигнал о наличии течи.

*Балластное вещество* – вещество, используемое для повышения полного давления с целью увеличения расхода пробного вещества через течь.

В качестве пробных веществ используются, как правило, газы с малым молекулярным весом, с низким их содержанием в атмосферном воздухе, с низкой сорбционной способностью, не токсичные, пожаробезопасные. В ряде случаев роль пробного вещества выполняет рабочее вещество, заполняющее герметизированный объект при эксплуатации или хранении, например фреон в холодильных агрегатах. Рабочее вещество в сочетании с пробным иногда может усилить эффект индикации. В других случаях технические условия на изделия не допускают контакта рабочего вещества с пробным, и тогда процесс испытаний таких изделий усложняется.

# Классификация основных методов контроля герметичности

Метод	Принципиальные основы метода	Способы проведения испытаний	Области применения	Порог чувствительности к потоку, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$
Масс-спектрометрический	Выделение и регистрация проникающего через течи пробного вещества путем разделения ионов разных газов по отношению их массы к заряду в электрическом и магнитном полях	Испытания под откачкой с подачей пробного вещества на противоположную поверхность изделия: а) обдувом; б) методом гелиевых чехлов и камер; в) методом вакуумных камер	Испытания вакуумных систем и всех видов откачиваемых изделий; испытания газонаполненных изделий, размещаемых в вакуумируемых камерах. Поиск мест течений. Определение общей и локальной герметичности, выделение негерметичных участков вакуумируемого изделия. Определение суммарной герметичности газонаполненных изделий	$10^{-11}$ $10^{-12}$ $10^{-12}$
		Накоплением пробного вещества в вакууме	Контроль герметичности малогабаритных вакуумируемых изделий. Контроль герметичности малогабаритных, газонаполненных изделий, размещаемых в вакуумной камере	$10^{-14}$ $10^{-13}$
		С использованием вакуумных присосок. Накопление в чехлах и местных камерах при атмосферном давлении пробного газа	Определение негерметичного участка в оболочках газонаполненных изделий. Испытания изделий, находящихся под избыточным давлением, – определение общей и локальной герметичности	$10^{-10}$ $10^{-9}$
		Щупом	Определение мест течей в изделиях с избыточным давлением	$10^{-10}$
Галогенный	Регистрация проникновения пробного вещества через течи по увеличению эмиссии положительных ионов с накаливаемой металлической поверхности при попадании на нее галогенов	Щупом	Испытания изделий, опрессованных изнутри галогеносодержащим веществом.	$10^{-7}$
		Обдувом	Испытания вакуумных систем	$10^{-9}$ *
Манометрический	Регистрация изменений полного давления $P$ в системе испытаний в результате перетекания проникающих веществ через течи	Камерный Бескамерный	Проверка герметичности изделий, находящихся под избыточным давлением. Предварительная оценка степени герметичности перед контролем высокочувствительными теческательями	$10^{-6}$
Вакуумметрический	Регистрация изменения давления $P$ или состава газовой среды в вакуумированной полости в результате натеканий	Обдувом Камерный	Испытания вакуумных систем и вакуумируемых изделий	$0,02 P^*$ $10^{-5} \dots 10^{-9}$ **
Катарометрический	Регистрация проникающих через течи веществ, теплопроводность которых отличается от теплопроводности воздуха	Щупом Камерный	Проверка герметичности изделий, заполненных газом, отличающимся по теплопроводности от воздуха	$10^{-6}$

Метод	Принципиальные основы метода	Способы проведения испытаний	Области применения	Порог чувствительности к потоку, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$
Электронозахватный	Регистрация перетекания через течи электроотрицательных пробных веществ, склонных к образованию отрицательных ионов, по изменению тока разряда	Щупом	Изделия, находящиеся под избыточным давлением электроотрицательных пробных веществ	$10^{-10}$
Плазменный	Регистрация перетекания через течи электроотрицательных пробных веществ по изменению частоты срывов колебаний высокочастотного генератора	То же	То же	То же
Акустический	Регистрация акустических волн, возбуждаемых при вытекании пробных веществ через течи	Щупом	Проверка изделий, находящихся под избыточным давлением при невысоких требованиях к порогу чувствительности	$10^{-2}$
Химический	Регистрация проникающих через течи веществ по эффекту химических реакций с индикаторным покрытием	С использованием индикаторных покрытий	Контроль герметичности оборудования замкнутых и незамкнутых конструкций	$10^{-7} \dots 10^{-9}$
Пузырьковый	Регистрация пузырьков воздуха, проникающего через течи в изделия, погруженном в жидкость или покрытом мыльной или другой пленкой, способной образовать пузыри	Погружением в жидкость. Вакууммированием пространства над жидкостью. С использованием мыльной пены	Контроль герметичности изделий под избыточным давлением. Определение места течей	$10^{-8}$ $10^{-6} \dots 10^{-9}$
Люминесцентно-цветной	Регистрация контраста люминесцирующего следа, образуемого проникающим веществом на фоне поверхности контролируемого объекта в видимом или длинноволновом ультрафиолетовом излучении	Визуальный осмотр поверхности Фотоэлектрический контроль	Контроль герметичности крупногабаритного оборудования	$10^{-6} \dots 10^{-8}$
Яркостный (ахроматический метод)	Регистрация контраста ахроматического следа, образуемого проникающим веществом, на фоне поверхности контролируемого объекта в видимом излучении	С использованием различных покрытий	Контроль герметичности сварных конструкций	$10^{-5}$