ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 50.05.01— 2018

Система оценки соответствия в области использования атомной энергии

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ В ФОРМЕ КОНТРОЛЯ

Унифицированные методики. Контроль герметичности газовыми и жидкостными методами

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 февраля 2018 г. № 38-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Сокращения . . . 3
5 Общие положения . . . 4
6 Требования к контролю . . . 11
7 Проведение контроля газовыми методами . . . 13
8 Проведение контроля жидкостными методами контроля герметичности . . . 22
9 Учетная и отчетная документация . . . 26
10 Требования к метрологическому обеспечению . . . 27
11 Требования безопасности . . . 27
Приложение А (справочное) Соотношения различных единиц измерения потока газа . . . 31
Приложение Б (обязательное) Чувствительность систем контроля герметичности . . . 32
Приложение В (обязательное) Порядок определения пороговой чувствительности способов контроля гелиевым течеискателем . . . 34
Приложение Г (справочное) Зависимость давления насыщенных паров хладона-12 и хладона-22 от температуры . . . 35
Приложение Д (справочное) Пенообразующие индикаторные составы и способы их приготовления . . . 36
Приложение Е (справочное) Состав и способы приготовления индикаторного покрытия (массы и ленты) . . . 37
Приложение Ж (справочное) Состав и способы приготовления проникающей жидкости и адсорбирующего покрытия . . . 38
Приложение И (обязательное) Содержание технологической карты контроля герметичности . . . 39
Приложение К (обязательное) Требования к рабочему месту и помещению при контроле герметичности . . . 40
Библиография . . . 41

Введение

Настоящий стандарт взаимосвязан с другими стандартами, входящими в систему стандартов «Система оценки соответствия в области использования атомной энергии».

Стандарт предназначен для применения при проведении оценки соответствия в форме контроля герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций газовыми и жидкостными методами и распространяется на специалистов и организации, непосредственно осуществляющие оценку соответствия в форме контроля и приемки.

В стандарте учтены тенденции и подходы, использованные в европейских и других международных стандартах в области контроля герметичности.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Система оценки соответствия в области использования атомной энергии

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ В ФОРМЕ КОНТРОЛЯ

Унифицированные методики. Контроль герметичности газовыми и жидкостными методами

Conformity assessment system for the use of nuclear energy.
Conformity assessment in the form of examination.
Unified procedures. Leak tightness examination by gas and liquid methods

Дата введения — 2018—03—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к проведению контроля герметичности газовыми и жидкостными методами, средствам (в том числе измерений) и организации контроля, оценке и оформлению результатов контроля.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на контроль герметичности основного металла сварных соединений и наплавленных покрытий (далее — металла) оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (АЭУ) и других элементов атомных станций (АС), выполненных в соответствии с требованиями:

- федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих требования к устройству безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭУ;
- федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих требования к устройству и эксплуатации локализующих систем безопасности АС;
- федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих требования к сварке и наплавке оборудования и трубопроводов АЭУ;
- федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих правила контроля металла оборудования и трубопроводов АЭУ при изготовлении и монтаже;
- федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, устанавливающих правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных покрытий при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов АС.

1.3 Стандарт распространяется на контроль герметичности газовыми и жидкостными методами состояния металла оборудования, трубопроводов и других элементов АС и устанавливает требования к порядку проведения контроля, средствам контроля, персоналу, обработке и оформлению результатов контроля, а также требования безопасности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

Издание официальное

ГОСТ Р 50.04.07 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме испытаний. Аттестационные испытания систем неразрушающего контроля

ГОСТ Р 50.05.11 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Персонал, выполняющий неразрушающий и разрушающий контроль металла. Требования и порядок подтверждения компетентности

ГОСТ Р 50.05.15 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Неразрушающий контроль. Термины и определения

ГОСТ Р 50.05.16 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Неразрушающий контроль. Метрологическое обеспечение

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 50.05.15, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **герметичность:** Свойство изделия или его элементов, исключающее проникновение через них газообразных и (или) жидких веществ.

3.2 **течь:** Сквозная несплошность или пористый участок изделия или его элементов, нарушающие их герметичность.

3.3 **негерметичность:** Проникновение веществ через течи изделия или его элементов.

Примечание — Признаками негерметичности могут быть протечки, утечки, натекания, изменение давления и т. п.

3.4 **локальная негерметичность:** Негерметичность, отнесенная к единичной течи изделия.

3.5 **суммарная негерметичность:** Сумма негерметичностей через все течи изделия.

3.6 **величина течи:** Поток воздуха через течь при перепаде давления на ней из атмосферы в вакуум при нормальных условиях.

3.7 **норма герметичности изделия:** Предельно допустимый суммарный или локальный расход вещества через течи герметизированного изделия в заданных условиях, при котором сохраняется его работоспособное состояние, установленный КД.

Примечания

1 Для установления класса герметичности и корректного выбора системы контроля норма герметичности задается предельно допустимой величиной потока воздуха через течь (или суммарного потока через все течи изделия) при давлении, равном рабочему, в нормальных условиях.

2 Норма герметичности может задаваться также предельно допустимым изменением давления среды в объекте контроля за установленное время.

3 Нулевая величина нормы герметичности не может быть задана, например, в виде формулировки: «течи не допускаются».

3.8 **течеискание:** Вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации проникающих через течи веществ: жидкости или газа.

Примечание — Термин «течеискание» может относиться к процедуре определения места расположения течей.

3.9 **контроль герметичности:** Проверка фактических показаний герметичности металла ОК на соответствие обязательным требованиям.

3.10 **контроль суммарной герметичности:** Контроль герметичности изделия с целью установления соответствия показателей суммарной негерметичности через все течи, имеющиеся на изделии, норме герметичности.

3.11 **контроль локальной герметичности:** Контроль герметичности изделия с целью проверки соответствия показателей течей обязательным требованиям и установления места расположения течей, не соответствующих требованиям.

3.12 **испытания на герметичность:** Экспериментальное определение количественных или качественных характеристик герметичности изделия в условиях воздействия на него факторов и режимов его функционирования или при моделировании этих воздействий.

3.13 **опрессовка:** Воздействие избыточным давлением жидкости или газа на изделие при испытаниях на герметичность и (или) подготовке к ним.

3.14 **пробное вещество:** Вещество, проникновение которого через течь должно быть обнаружено при контроле герметичности.

Примечание — В зависимости от метода контроля герметичности в качестве пробных веществ могут использоваться контрольные или рабочие среды, а также добавки к ним.

3.15 **контрольная среда:** Газ или жидкость, заполняющие ОК при испытаниях на герметичность, содержащие установленное количество пробного вещества.

3.16 **рабочая среда:** Вещество, заполняющее герметизированное изделие при эксплуатации или хранении.

3.17 **порог чувствительности (пороговая чувствительность) метода, способа, средств, системы контроля герметичности:** Наименьшая величина течей, расхода, потока, количества пробного вещества, выявляемых при контроле герметичности данным методом, способом, средством, системой.

3.18 **классы герметичности изделий:** Диапазоны норм герметичности изделий, выраженные в величинах предельно допустимых потоков воздуха через течи ОК при рабочем давлении и нормальных условиях.

3.19 **контрольная течь:** Контрольный или настроечный образец в виде устройства с реальными или реалистичными течами определенной величины, предназначенный для настройки и оценки соответствия средств, способов и систем контроля герметичности.

3.20 **система контроля герметичности:** Сочетание определенных способов, средств, режимов контроля и способов подготовки изделия к контролю.

3.21 **классы чувствительности систем контроля герметичности:** Диапазоны величин пороговой чувствительности систем контроля герметичности, выраженных в единицах потока воздуха.

3.22 **перекрытие течи:** Прекращение или уменьшение расхода вещества через течь вследствие ее закупорки или деформации.

Примечание — Имеется в виду временное перекрытие течи, которое в процессе контроля герметичности не позволяет контрольной среде проникать через канал течи и приводит к пропуску течи.

3.23 **реальная течь:** Течь, которая образовалась в объекте контроля во время его производства или эксплуатации без какого-либо преднамеренного вмешательства с целью стимулировать ее образование.

3.24 **реалистичная течь:** Течь, искусственно введенная в испытательный образец, которая имитирует реальную течь.

4 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

АС — атомная станция;
АЭУ — атомная энергетическая установка;
КГ — контроль герметичности;
КД — конструкторская документация;
КК — капиллярный контроль;
КТ — контрольная течь;
ОК — объект контроля;
ПАВ — поверхностно-активное вещество;
ППИ — пенопленочный индикатор;
РЭ — руководство по эксплуатации;
ТД — технологическая документация;
ТКК — технологическая карта контроля.

5 Общие положения

5.1 Назначение контроля герметичности

Контроль герметичности проводят с целью установления соответствия герметичности ОК нормам, заданным в конструкторской (проектной) документации. При установленном несоответствии герметичности ОК нормам процедура контроля обеспечивает выявление течей, приводящих к потере герметичности ОК.

5.2 Основы контроля герметичности

5.2.1 Контроль герметичности осуществляется с применением пробных веществ, способных проникать через течи под действием перепада давления на концах канала течи, и средств контроля, обеспечивающих регистрацию их проникновения.

5.2.2 Негерметичность (суммарная или локальная) определяется по следующим признакам, которые являются результатом взаимодействия пробного вещества со средством контроля: пузырьки контрольного газа в индикаторной жидкости, люминесцентные, цветные, ахроматические индикаторные следы на индикаторном покрытии, изменение давления в полостях ОК или окружающем ОК объеме, акустические эффекты и т. д.

5.3 Испытания на герметичность

Фактический поток пробного вещества или контрольной среды через течи, устанавливаемый при контроле герметичности, может объективно соответствовать норме герметичности ОК только при испытательном давлении, равном рабочему, которое обеспечивает выполнение следующих условий: создает необходимый для течения пробного вещества перепад давления на концах каналов течей и создает напряжения в конструкции ОК, моделирующие рабочие, от которых зависят геометрические и расходные характеристики каналов течи.

Примечание — Контроль герметичности объектов, работающих под давлением, может быть проведен без подачи испытательного давления (например, способы обдува гелием, гелиевой камеры, керосиновой пробы, пузырьковый вакуумный) при соответствующем указании в КД.

5.4 Течи. Величина течей

5.4.1 Причинами течей являются трещины, непровары, прожоги, окисные плены и т. п. в сварных соединениях, неметаллические включения в виде зерен, строчек, волокон оксидов, нитридов интерметаллидов, дислокации кристаллической структуры, расслоения, разрывы, коррозия и другие дефекты основного металла и других элементов оборудования и трубопроводов АС.

5.4.2 В связи с неопределенностью формы канала течей косвенную оценку величины течей осуществляют по величине потока воздуха через течь или все течи, имеющиеся на ОК, при нормальных условиях при перепаде давления из атмосферы в вакуум. Единицы измерения величины течи, выраженные через поток воздуха в системе единиц СИ, имеют вид:

$$[Q] = \frac{м^3 \cdot Па}{с} = Вт\ (Ватт). \qquad (1)$$

Соотношения единиц измерения величины потока газа приведены в приложении А.

Эти же единицы применяются для выражения пороговой чувствительности средств и систем контроля, норм герметичности и величин, обнаруженных в процессе контроля герметичности утечек и натеканий.

5.5 Классы герметичности

5.5.1 Требования к герметичности объектов контроля должны быть определены разработчиком объекта контроля и заданы в КД в виде норм или класса герметичности объекта.

Примечания

1 В обоснованных случаях требования к герметичности ОК могут быть заданы разработчиком ОК в виде класса чувствительности систем контроля, которые необходимо использовать для контроля герметичности данного ОК.

2 Требования к герметичности ОК могут быть заданы его разработчиком в виде конкретных способов или системы контроля.

Таблица 1 — Классы герметичности объектов

Класс герметичности	Диапазоны величин предельно допустимых потоков воздуха через течи ОК при рабочем давлении, $м^3 \cdot Па/с$
I	От $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ включ.
II	От $5 \cdot 10^{-10}$ до $5 \cdot 10^{-9}$ включ.
III	От $5 \cdot 10^{-9}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ включ.
IV	От $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-6}$ включ.
V	От $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ включ.

5.6 Методы, способы, средства контроля герметичности

В зависимости от свойств контрольной среды, пробного вещества и принципа его регистрации различают газовые и жидкостные методы контроля герметичности, каждый из которых включает в себя ряд способов. В зависимости от применяемого способа определяют места расположения течи или суммарную негерметичность ОК, то есть проводят контроль локальной или суммарной герметичности.

Перечень основных методов и способов контроля герметичности приведен в таблице 2.

Таблица 2 — Методы и способы контроля герметичности

Группы методов	Наименование метода	Пробное вещество	Средства контроля	Признак обнаружения дефекта	Наименование способа	Область применения	Назначение
Газовые	Масс-спектрометрический	Гелий	Масс-спектрометрические гелиевые течеискатели	Превышение текущим уровнем сигнала браковочного уровня	Гелиевой (вакуумной) камеры	Для ОК и сварных швов ОК, в которых можно создать вакуум (или избыточное давление гелия) и которые можно поместить в гелиевую (или вакуумную) камеру. Для сварных швов, доступных для установки на них локальных камер	Контроль суммарной герметичности
					Опрессовки замкнутых оболочек	Для замыкающего сварного шва ОК, которые могут быть помещены в камеру для опрессовки гелием	
					Термовакуумный	Для ОК, в которых можно создать вакуум не более 0,1 Па и которые можно поместить в вакуумную камеру для нагрева 400 °С	
					Гелиевого щупа	Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление гелия	Контроль локальной герметичности
					Обдува гелием	Для ОК, в которых можно создать требуемый вакуум	
	Галогенный	Хладон	Галогенные течеискатели		Галогенного щупа	Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление пробного вещества	

Продолжение таблицы 2

Группы методов	Наименование метода	Пробное вещество	Средства контроля	Признак обнаружения дефекта	Наименование способа	Область применения	Назначение
Газовые	Пузырьковый	Воздух азот, аргон и другие газы	Мыльная пена, полимерный состав	Образование пузырей	Пневматический	Для ОК, в которых можно создать избыточное давление газа и контролируемые места покрыть пенообразующим составом	Контроль локальной герметичности
			Вода, спирт		Пневмогидравлический аквариума	Для ОК, которые можно заполнить газом под избыточным давлением и погрузить в ванну с водой	
		Воздух	Мыльная пена, полимерный состав	Образование пузырей	Пузырьковый вакуумный	Для незамкнутых конструкций с односторонним доступом к контролируемой поверхности.	
Жидкостные	Гидравлический	Вода	Вода	Капли, потеки, струи	Гидравлический	Для ОК, в которых можно создать избыточное давление воды и контролируемые участки доступны для наблюдения	
	Люминесцентно-гидравлический	Водный раствор аммониевой или динатриевой соли флуоресцеина	Источник ультрафиолетового света, ткань	Свечение пробного вещества в лучах ультрафиолетового света	Люминесцентно-гидравлический	Для ОК всех типов, в которых можно создать избыточное давление жидкости, отсутствуют застойные, непромываемые зоны и контролируемые участки доступны для осмотра в лучах ультрафиолетового света или наложения ткани	
		Вода	Индикаторная масса или лента, источник ультрафиолетового света	Свечение индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового света	Гидравлический с люминесцентным индикаторным покрытием	Для ОК всех типов, в которых можно создать избыточное давление воды и контролируемые участки доступны для наложения индикаторного покрытия и осмотра в лучах ультрафиолетового света	
	Гидростатический	Вода	—	—	Налива воды без напора	—	
	Проникающими жидкостями (капиллярный)	Органические растворы люминофоров	Адсорбирующее вещество, источник ультрафиолетового света	Свечение адсорбирующего вещества в лучах ультрафиолетового света	Люминесцентных проникающих жидкостей	Для ОК, поверхность которых доступна с наружной и внутренней стороны	

Окончание таблицы 2

Группы методов	Наименование метода	Пробное вещество	Средства контроля	Признак обнаружения дефекта	Наименование способа	Область применения	Назначение
Жидкостные	Проникающими жидкостями (капиллярный)	Керосин	Меловое покрытие	Пятна керосина на меловом покрытии	Керосиновой пробы	Для ОК, поверхность которых доступна с наружной и внутренней стороны	Контроль локальной герметичности
Газовый и жидкостный	Манометрический	Газ или жидкость	Манометр	Падение давления	По падению давления	Для замкнутых конструкций, в которых можно создать давление выше атмосферного	Контроль суммарной герметичности
				Повышение давления	По повышению давления		
				Перепад давления относительно давления в эталонной емкости	Дифференциальный		

5.7 Пороговая чувствительность контроля герметичности. Классификация и выбор способов и систем контроля герметичности

5.7.1 Все системы контроля, представленные в настоящем стандарте, разделены на пять классов чувствительности, номера и диапазоны величин которых совпадают с номерами и диапазонами классов герметичности объектов контроля.

5.7.2 Классы чувствительности систем контроля приведены в таблице 3 и таблице Б.1 приложения Б.

В таблице 3 классы чувствительности систем контроля представлены через наименьшие величины выявляемых течей.

В таблице Б.1 приложения Б классы чувствительности представлены как наименьшие величины выявляемых расходов (потоков) пробных веществ, выраженных через поток воздуха на выходе из течи при нормальных условиях.

Выбор конкретного вида классификации осуществляется разработчиком конструкторской (проектной) документации.

5.7.3 При невозможности из-за конструктивных особенностей ОК провести контроль герметичности в соответствии с требованиями стандарта или применения новых методических решений должна применяться методика контроля, соответствующая требованиям ГОСТ Р 50.04.07.

5.7.4 Выбор конкретного метода, способа и системы контроля герметичности определяется назначенными классом или нормой герметичности объекта, его конструктивными и технологическими особенностями, условиями испытаний, а также технико-экономическими показателями контроля, при этом учитывают следующие факторы:

- контроль суммарной и (или) локальной герметичности объекта контроля;
- контроль всего объекта и (или) его части, сварных соединений, основного материала и т. п.;
- величина рабочего давления;
- допустимость контакта применяемых веществ (пробное, балластное, индикаторное и т. п.) с материалами объекта;
- требования к условиям контроля;
- квалификация и требуемая численность персонала;
- удельные и общие трудовые, материальные и финансовые затраты;
- меры безопасности;

- габаритные размеры и масса объектов;
- контролепригодность объектов;
- обеспечение доступа пробных веществ и средств их регистрации к контролируемым поверхностям и соединениям объекта контроля;
- наличие в составе объекта материалов, проницаемых для пробных веществ или сорбирующих их (полимеры, композиционные материалы, теплоизолирующие покрытия и т. п.);
- периодичность контроля герметичности;
- условия контроля: производственные, эксплуатационные и т. п.

5.7.5 В соответствии с классом герметичности контроль проводят по ТКК и другой документации на контроль, регламентирующим метод, способ, систему контроля и устанавливающим требования к условиям, средствам, параметрам, последовательности и содержанию операций подготовки, проведения контроля и оценки качества. Содержание ТКК герметичности приведено в приложении И.

Таблица 3 — Классы герметичности и классы чувствительности систем контроля

Класс герметичности и чувствительности	Диапазон пороговой чувствительности системы контроля, ($м^3 \cdot Па/с$)	Способ контроля	Требования, предъявляемые к изделию при подготовке и проведении контроля герметичности			
			Осушка изделий нагревом, °С		Испытательное давление контрольной среды P	
			при атмосферном давлении	при вакуумировании	Па (абсолютное)	$кгс/см^2$ (абсолютное)
I	От $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$	Термовакуумный	—	От 380 до 400	$P \geq 2 \cdot 10^4$	$P \geq 1$
		Гелиевой (вакуумной) камеры	От 250 до 300	—	$P \geq 1 \cdot 10^5$	
		Гелиевого щупа			$P \geq 5 \cdot 10^6$	$P \geq 50$
II	От $5 \cdot 10^{-10}$ до $5 \cdot 10^{-9}$	Гелиевой (вакуумной) камеры	От 250 до 300	От 250 до 300	$1 \cdot 10^5 > P \geq 0{,}2 \cdot 10^5$	$1 > P \geq 0{,}2$
		Гелиевого щупа			$5 \cdot 10^6 > P \geq 6 \cdot 10^5$	$50 > P \geq 6$
		Обдува гелием			—	—
		Люминесцентно-гидравлический	Не требуется		$P \geq 2 \cdot 10^7$	$P \geq 200$
III	От $5 \cdot 10^{-9}$ до $5 \cdot 10^{-7}$	Гелиевой (вакуумной) камеры	От 150 до 200	От 100 до 120 (длительность выдержки при остаточном давлении от 7 до 8 Па составляет не менее 1 ч)	$P \geq 0{,}2 \cdot 10^5$	$P \geq 0{,}2$
		Гелиевого щупа			$P \geq 2 \cdot 10^5$	$P \geq 2$
		Обдува гелием			—	—
		Пневматический			$P \geq 2 \cdot 10^6$	$P \geq 20$
		Опрессовки замкнутых оболочек	Не требуется		$P \geq 1 \cdot 10^6$	$P \geq 10$
		Люминесцентно-гидравлический			$2 \cdot 10^7 > P \geq 2{,}5 \cdot 10^6$	$200 > P \geq 25$
		Гидравлический с люминесцентным индикаторным покрытием			$P \geq 3 \cdot 10^6$	$P \geq 30$
		Люминесцентных проникающих жидкостей			—	—

Продолжение таблицы 3

Класс герметичности и чувствительности	Диапазон пороговой чувствительности системы контроля, ($м^3 \cdot Па/с$)	Способ контроля	Требования, предъявляемые к изделию при подготовке и проведении контроля герметичности			
			Осушка изделий нагревом, °С		Испытательное давление контрольной среды P	
			при атмосферном давлении	при вакуумировании	Па (абсолютное)	$кгс/см^2$ (абсолютное)
IV	От $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-6}$	Гелиевой (вакуумной) камеры	От 80 до 100	От 10 до 30 (длительность выдержки при остаточном давлении от 7 до 8 Па составляет не менее 2 ч)	$P \geq 0{,}2 \cdot 10^5$	$P \geq 0{,}2$
		Гелиевого щупа			$P \geq 1{,}5 \cdot 10^5$	$P \geq 1{,}5$
		Обдува гелием			—	—
		Галогенного щупа			$P \geq 5 \cdot 10^5$	$P \geq 5$
		Пневматический			$2 \cdot 10^6 > P \geq 2 \cdot 10^5$	$20 > P \geq 2$
		Пневмогидравлический аквариума			$P \geq 6 \cdot 10^5$	$P \geq 6$
		Пузырьковый вакуумный			—	—
		Гидравлический	Не требуется		$P \geq 2 \cdot 10^6$	$P \geq 20$
		Люминесцентно-гидравлический			$2{,}5 \cdot 10^6 > P \geq 6 \cdot 10^5$	$25 > P \geq 6$
		Гидравлический с люминесцентным индикаторным покрытием			$3 \cdot 10^6 > P \geq 6 \cdot 10^5$	$30 > P \geq 6$
		Люминесцентных проникающих жидкостей			—	—
V	От $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-4}$	Гелиевой (вакуумной) камеры	Не требуется		$P \geq 0{,}2 \cdot 10^5$	$P \geq 0{,}2$
		Гелиевого щупа			$P \geq 1{,}2 \cdot 10^5$	$P \geq 1{,}2$
		Обдува гелием			—	—
		Галогенного щупа			$P \geq 2 \cdot 10^5$	$P \geq 2$
		Пневматический			$P \geq 1{,}2 \cdot 10^5$	$P \geq 1{,}2$
		Пневмогидравлический аквариума			$P \geq 1{,}5 \cdot 10^5$	$P \geq 1{,}5$
		Гидравлический			$2 \cdot 10^6 > P \geq 2 \cdot 10^5$	$20 > P \geq 2$
		Гидравлический с люминесцентным индикаторным покрытием			$6 \cdot 10^5 > P \geq 2 \cdot 10^5$	$6 > P \geq 2$
		Люминесцентно-гидравлический			$6 \cdot 10^5 > P \geq 2 \cdot 10^5$	$6 > P \geq 2$

Окончание таблицы 3

Класс герметичности и чувствительности	Диапазон пороговой чувствительности системы контроля, ($м^3 \cdot Па/с$)	Способ контроля	Требования, предъявляемые к изделию при подготовке и проведении контроля герметичности			
			Осушка изделий нагревом, °С		Испытательное давление контрольной среды *Р*	
			при атмосферном давлении	при вакуумировании	Па (абсолютное)	$кгс/см^2$ (абсолютное)
V	От $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-4}$	Люминесцентных проникающих жидкостей	Не требуется		—	—
		Керосиновой пробы			—	—
		Налива воды без напора			—	—

Примечания

1 Испытательное давление контрольной среды в ОК не должно превышать рабочее. Если испытательное давление контрольной среды превышает рабочее, необходимо применить другой способ контроля, указанный в соответствующем классе таблицы.

2 Допускается проведение контроля герметичности сварных швов по заданному классу герметичности без осушки нагревом, если после сварки был исключен контакт с водой и органическими жидкостями (не проводились гидравлические испытания, капиллярная, ультразвуковая, магнитопорошковая дефектоскопия и т. д.) и ОК хранился в соответствии с 8.1.11.

3 Контроль сварных соединений из сталей, склонных к образованию холодных трещин, рекомендуется проводить не ранее 24 ч после завершения сварки или термической обработки (в случае ее проведения), что должно быть указано в КД.

4 Допускается проводить подготовку ОК к контролю путем местного нагрева контролируемых участков ОК до температур, соответствующих назначенному классу герметичности.

5 Допускается проводить контроль герметичности при повышенной температуре. Температуру ОК при контроле назначает проектная организация.

6 При проведении прочностных гидравлических испытаний и испытаний на герметичность жидкостными методами допускается совмещать контроль герметичности с прочностными испытаниями.

7 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения давления контрольной среды при испытаниях не должны превышать ±5 %.

5.7.6 При выборе метода, способа и системы для заданного класса герметичности объекта значение пороговой чувствительности системы контроля должно быть в пределах диапазона чувствительности.

5.7.7 В соответствии с КД классы чувствительности систем контроля герметичности могут быть установлены по приложению Б.

5.7.8 Выявление течей в соответствии с заданным классом герметичности объекта обеспечивается выполнением следующих условий (если нет других указаний в КД):

- испытательное давление контроля герметичности должно соответствовать максимальному расчетному (рабочему) давлению в пределах допуска, установленного в КД;
- градиент (направление) перепада давления на стенке контролируемого объекта должен соответствовать эксплуатационному градиенту давления.

Примечание — При невозможности выполнения указанных условий необходимо произвести корректировку характеристик и параметров контроля. Например, если заданный способ щупа при контроле герметичности масс-спектрометрическим методом заменяется способом обдува при меньшем перепаде давления на стенках изделия, значение пороговой чувствительности системы контроля способом обдува должно быть соответственно больше.

5.7.9 Порог чувствительности способов контроля герметичности определяется на контрольных течах, при этом настройка контроля герметичности на заданный класс и (или) порог чувствительности проводят на контрольных течах, встроенных в схему контроля герметичности таким образом, чтобы имитировать наихудшие условия выявления течей на объекте контроля.

5.7.10 Контрольные течи для настройки и оценки параметров способов контроля герметичности должны иметь величину потока пробного вещества в пределах диапазона норм герметичности, соответствующего заданному классу герметичности объекта.

5.7.11 При заданной норме герметичности объекта величина контрольной течи должна быть одного порядка с нормой герметичности объекта.

5.7.12 Проверку порога чувствительности способов контроля герметичности проводят до и после выполнения контроля или в начале и в конце смены.

5.7.13 Если значение порога чувствительности после контроля герметичности больше заданного, то испытания повторяют.

5.8 Требования к подготовке изделий к контролю герметичности

5.8.1 Контролю герметичности подлежат объекты, принятые по результатам визуального и измерительного контроля, после окончательной термообработки, если таковая предусмотрена КД.

5.8.2 Если на поверхность ОК наносится защитное или иное покрытие, контроль герметичности следует проводить перед указанной операцией или после полного удаления покрытия с поверхности ОК. Допускается проводить контроль после нанесения покрытий, если это указано в КД.

5.8.3 Контроль герметичности материалов и сварных соединений, подлежащих механической обработке, в том числе с удалением валика усиления шва, или деформированию, проводят после выполнения указанных операций.

5.8.4 Перед контролем герметичности объекты должны пройти подготовительные операции с целью очистки поверхности от коррозии и загрязнений, а предполагаемых течей — от перекрытия.

5.8.5 Не допускается перед контролем герметичности объекта проведение других видов неразрушающего контроля, предусматривающих контакты контролируемых поверхностей с какими-либо жидкостями (капиллярный контроль, ультразвуковой контроль и т. п.), если в документации по контролю не предусмотрены специальные меры по удалению жидкостей из сквозных несплошностей объекта.

5.8.6 Если технологические или иные операции, предшествующие контролю герметичности, могут привести к перекрытию течей (деформация материала изделия, закупорка течей и т. п.), в документации по контролю герметичности необходимо предусмотреть операции подготовки, обеспечивающие освобождение течей от закупорки. Объекты, подлежащие испытаниям на герметичность, перед подачей в их полости избыточного давления контрольной среды должны быть испытаны давлением на прочность согласно [1].

5.9 Общий цикл контроля герметичности

5.9.1 Общий цикл контроля герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов включает в себя следующие этапы:

- разработка ТКК;
- подготовка к контролю (ознакомление с ТКК, подготовка поверхности ОК, проверка качества и работоспособности средств контроля герметичности, проверка работоспособности оборудования и оснастки, установка на ОК технологической оснастки, подключение ОК к испытательному оборудованию);
- проведение контроля (определение пороговой чувствительности средства и способа контроля герметичности, заполнение полостей ОК контрольной средой, повышение давления в ОК до испытательного, выполнение контрольных операций, повторная проверка пороговой чувствительности средств и способа контроля (при соответствующем указании в ТКК), сброс испытательного давления и удаление из полостей ОК контрольной среды, если она отличается от воздуха, выполнение заключительных операций по приведению ОК в исходное состояние);
- оценка и оформление результатов контроля.

5.9.2 Проведение ручного контроля герметичности в ночную смену с 22.00 вечера до 6.00 утра не допускается.

6 Требования к контролю

6.1 Требования к средствам контроля герметичности

6.1.1 В состав средств контроля герметичности входят следующие технические устройства и материалы: испытательное и измерительное оборудование, средства контроля герметичности, средства подготовки ОК к контролю.

6.1.2 К испытательному оборудованию относятся технические устройства для воспроизведения условий испытаний: гелиевые и вакуумные камеры, термовакуумные камеры, пневмо- и гидростенды,

пневмопульты, баллонные батареи и т. п. Испытательное оборудование должно обеспечивать заполнение ОК контрольной средой требуемого состава перед испытаниями, создание необходимого испытательного давления, удаление из ОК контрольной среды. Испытательное оборудование должно обеспечивать заданные параметры испытаний в процессе контроля герметичности и подготовки к нему, исключать повреждение ОК или какие-либо вредные воздействия на него. В состав испытательного оборудования входят также средства, обеспечивающие необходимые условия работы персонала и его безопасность. Испытательное оборудование должно быть аттестовано и иметь комплект эксплуатационной и технологической документации.

6.1.3 К средствам контроля герметичности относятся различные течеискатели (масс-спектрометрические, галогенные и т. п.), индикаторные покрытия, жидкости, газы.

Течеискатели независимо от выбранного способа контроля герметичности должны быть настроены в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации и иметь паспортные значения чувствительности.

Индикаторные покрытия (пенообразующие составы, адсорбирующие покрытия, индикаторные массы и т. п.) перед применением должны быть проверены на контрольных течах, а в некоторых случаях, когда необходимо подтвердить их технологические свойства, проверка осуществляется на испытательных образцах, конструкция которых полностью или частично повторяет ОК. Индикаторные покрытия, жидкости и газы, контактирующие с ОК, не должны оказывать на него вредное воздействие, например коррозионное, и должны быть безопасными для персонала.

К средствам контроля герметичности относятся также стационарные, передвижные и переносные ультрафиолетовые облучатели, которые используются для определения мест течей при люминесцентных способах контроля герметичности.

Жидкости и газы, используемые в качестве контрольных и технологических сред, должны соответствовать установленным требованиям по допустимому содержанию в них механических и других примесей, щелочей и кислот. Температура точки росы, определяющая содержание воды в контрольных газах, должна быть не выше минус 55 °С при давлении $1{,}01 \cdot 10^5$ Па.

6.1.4 К средствам подготовки ОК к контролю герметичности относятся средства, обеспечивающие очистку поверхностей ОК от жировых и механических загрязнений (средства удаления лакокрасочных и других покрытий, коррозии и повреждений контролируемых поверхностей не рассматриваются), и средства, удаляющие из каналов сквозных несплошностей различные жидкости и загрязнения и обеспечивающие их проницаемость для пробных веществ в процессе контроля.

6.1.5 Для очистки поверхностей ОК от жировых и механических загрязнений применяются органические жидкости типа низкокипящих растворителей, которые путем естественного испарения удаляются из каналов сквозных несплошностей (например, спирт этиловый, ацетон, бензин, хладон-113), или водные моющие растворы на основе воды и поверхностно-активных веществ, которые удаляются из каналов течей после обработки ОК путем температурной или температурно-вакуумной сушки.

К средствам, применяемым для удаления из каналов течей воды и других жидкостей путем сушки, относятся термовакуумные камеры, сушильные установки, средства для обдува и продувки ОК горячим воздухом.

В процессе контроля герметичности и подготовки к нему используются безворсовые, мягкие, гигроскопические хлопчатобумажные ткани бязевой группы.

6.1.6 К измерительному оборудованию для контроля герметичности относятся средства измерения, входящие в состав испытательного оборудования, средства измерения параметров окружающей среды, меры потока.

6.1.7 При необходимости выполнения контроля герметичности радиационно-опасных объектов или объектов, находящихся в радиационно-опасных условиях, должны применяться автоматизированные дистанционные средства контроля, прошедшие оценку соответствия в форме испытаний (установленной в области использования атомной энергии).

6.2 Требования к персоналу, выполняющему контроль

6.2.1 Контроль герметичности должен выполнять персонал, компетентность которого подтверждена в соответствии требованиями ГОСТ Р 50.05.11.

6.2.2 Технологические карты контроля должен разрабатывать персонал, удовлетворяющий требованиям ГОСТ Р 50.05.11 и имеющий право выдачи заключения.

6.2.3 Все работы по испытаниям на герметичность должны выполняться группой специалистов, включающей не менее двух контролеров, один из которых имеет компетентность не ниже уровня с правом выдачи заключений.

7 Проведение контроля газовыми методами

7.1 Подготовка к проведению контроля герметичности газовыми методами

7.1.1 Подготовка поверхности объектов контроля должна обеспечить ее очистку от загрязнений, а каналы предполагаемых течей — от перекрытия. Общие требования к подготовке ОК должны соответствовать 5.8.

7.1.2 Из каналов сквозных дефектов должны быть удалены вода и другие жидкости, чтобы обеспечить их проницаемость для пробных веществ при контроле герметичности. На поверхности ОК, сборочных единиц, сварных соединений, подлежащих контролю герметичности, не должно быть следов ржавчины, масла, эмульсии и других механических и жировых загрязнений, а также лакокрасочных и других покрытий.

7.1.3 Органические загрязнения с доступных участков поверхности ОК следует удалять промывкой органическими растворителями. Загрязнения с недоступных внутренних поверхностей ОК следует удалять путем заполнения полости ОК растворителем, струйной очисткой или другими методами.

7.1.4 В качестве очищающих жидкостей следует использовать спирт, ацетон, бензин, хладон-113 или другие органические низкокипящие растворители, обеспечивающие качественное удаление органических загрязнений.

7.1.5 После очистки растворитель следует удалить сушкой или протиркой чистой белой безворсовой тканью, а полость ОК — продуть сухим чистым воздухом до полного удаления запаха растворителя.

7.1.6 Качество очистки должно быть проконтролировано протиркой контролируемой поверхности чистой белой безворсовой тканью с последующим ее осмотром. Отсутствие загрязнений на ткани свидетельствует о качественной очистке поверхности.

7.1.7 Качество очистки может быть проконтролировано осмотром поверхности ОК в лучах ультрафиолетового света, а при недоступности поверхности для осмотра — путем протирки салфетками с последующим осмотром их в ультрафиолетовом свете. Отсутствие светящихся пятен на контролируемой поверхности или салфетках при освещении их ультрафиолетовым светом свидетельствует о качественной очистке поверхности.

7.1.8 Окончательную операцию подготовки — осушку поверхности ОК и полостей возможных сквозных дефектов от влаги и других жидких сред — следует проводить непосредственно перед контролем герметичности. Режимы осушки в зависимости от класса чувствительности приведены в таблице 3 и таблице Б.1 (приложение Б). После осушки в целях сохранения чистоты ОК работы следует проводить в чистой спецодежде (халате или спецовке) и хлопчатобумажных перчатках.

7.1.9 В качестве нагревательных средств следует использовать электропечи, индукторы, калориферы, установки, стенды для пропаривания и т. п. Для нагрева допускается использовать метод электросопротивления с применением переменного или постоянного тока, если это допускается требованиями НД.

7.1.10 Начало и окончание выдержки при заданной температуре определяется после достижения металлом зоны контроля ОК указанной температуры по всей его толщине.

7.1.11 В случае невозможности выполнения контроля герметичности ОК непосредственно после осушки хранить осушенное ОК не более 5 сут при следующих условиях:

- контролируемые участки поверхности ОК должны быть защищены от попадания загрязнений и жидких сред;
- влажность воздуха в помещении для хранения осушенных ОК не должна превышать 80 %.

7.1.12 При необходимости транспортирования ОК следует исключить возможность загрязнения и конденсации влаги на внутренних и наружных поверхностях ОК.

7.2 Проведение контроля герметичности масс-спектрометрическим методом гелиевыми течеискателями

7.2.1 Гелиевый течеискатель основан на масс-спектрометрическом методе регистрации проникающего через течи пробного газа (гелия) и может быть применен для контроля суммарной и локальной герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов АС способами вакуумирования (вакуумной и гелиевой камеры), щупа, обдува и другими способами.

7.2.2 Пороговая чувствительность гелиевых течеискателей и способов контроля

7.2.2.1 Значение порога чувствительности гелиевых течеискателей должно быть не более $1 \cdot 10^{-10}$ м^3 · Па/с.

7.2.2.2 Значение порога чувствительности способов вакуумной (гелиевой) камеры и термовакуумного способа должно быть не более $5 \cdot 10^{-10}$ м^3 · Па/с, способов обдува гелием и гелиевого щупа — не более $5 \cdot 10^{-9}$ м^3 · Па/с.

7.2.2.3 Порог чувствительности гелиевых течеискателей определяется в начале каждой смены согласно РЭ течеискателя.

7.2.2.4 Порог чувствительности способа контроля определяется согласно приложению В до и после испытания на герметичность ОК, партии однотипных ОК или имитатора, конструкция которого соответствует ОК.

7.2.2.5 Если значение порога чувствительности способа контроля после испытания превышает значения, указанные в 7.2.2.2, то ОК или партия ОК должны подвергаться повторному контролю.

7.2.2.6 Признаком негерметичности является превышение потока гелия над браковочным порогом.

7.2.3 Способ вакуумной (гелиевой) камеры

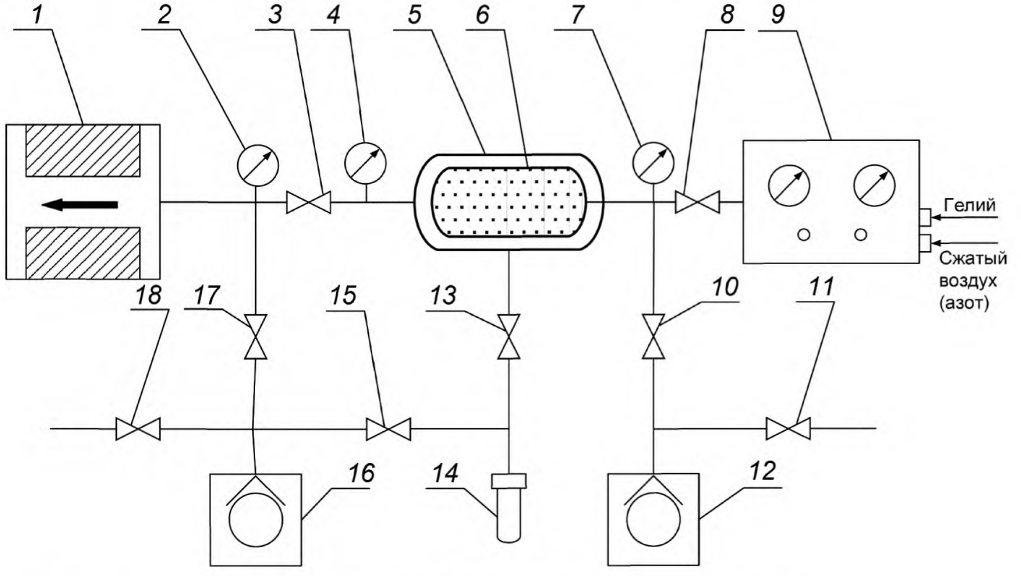
7.2.3.1 Способом вакуумной (гелиевой) камеры осуществляется контроль суммарной герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов АС.

7.2.3.2 Сущность способа вакуумной (гелиевой) камеры заключается в том, что ОК помещается в герметичную камеру. К камере или ОК подсоединяется через систему вспомогательной откачки течеискатель, после чего в ОК (способ вакуумной камеры) или в камеру (способ гелиевой камеры) подается под испытательным давлением контрольный газ, содержащий гелий (или чистый гелий). При наличии течи гелий в результате перепада давлений поступает в вакуумируемый объем соответственно камеры или ОК, соединенный с течеискателем. Схема контроля способом вакуумной камеры приведена на рисунке 1.

7.2.3.3 Конструкция вакуумной камеры должна соответствовать следующим требованиям:

- должна быть обеспечена герметичность технологических соединений камеры, а также герметичность системы подачи гелия;
- ОК не должен соприкасаться с внутренней поверхностью камеры.

7.2.3.4 Конструкция гелиевой камеры может быть жесткой, соответствующей требованиям 8.2.3.3, или иметь вид чехла, выполненного из эластичных газонепроницаемых материалов, в который помещают ОК или его часть. Использование гелиевой камеры в виде чехла обеспечивает возможность контроля крупногабаритных ОК, однако при этом испытательное давление не может превышать атмосферного, а ОК должен допускать вакуумирование его внутренних полостей.



1 — течеискатель; *2, 4* — вакуумметры; *3, 8, 10, 11, 13, 15, 17, 18* — клапаны; *5* — вакуумная камера; *6* — ОК; *7* — мановакуумметр; *9* — пневмопульт; *12, 16* — вакуумные насосы; *14* — контрольная течь

Рисунок 1 — Схема установки для контроля способом вакуумной камеры

7.2.3.5 Порядок проведения контроля:

- ОК подготавливается в соответствии с требованиями 7.1;
- ОК помещается в камеру, внутренняя поверхность которой предварительно очищается и просушивается;

- после уплотнения крышки камеры проводится откачка полости камеры (ОК) до остаточного давления не больше 10 Па;

- перед заполнением ОК (камеры) гелием полость его предварительно откачивается до остаточного давления не больше 1000 Па;

- после достижения в камере (ОК) требуемого остаточного давления открывается входной клапан течеискателя, отключается система вспомогательной откачки и фиксируются фоновые показания;

- в полость ОК (камеры) подается гелий или воздушно-гелиевая смесь до испытательного давления;

- проводится выдержка ОК (камеры) под давлением. Длительность выдержки под давлением устанавливается в зависимости от откачиваемого объема в соответствии с 7.2.3.6;

- гелий удаляется за пределы помещения, в котором проводится контроль, продувкой полости ОК (камеры) сухим сжатым воздухом или откачкой. Допускается сбор удаляемого гелия для использования при последующем контроле.

7.2.3.6 Длительность выдержки ОК (камеры) под давлением должна быть при вакуумируемом объеме до 0,1 $м^3$ — не менее 5 мин, от 0,1 до 0,5 $м^3$ — не менее 10 мин, свыше 0,5 до 1,5 $м^3$ — не менее 15 мин, свыше 1,5 до 3,5 $м^3$ — не менее 20 мин, свыше 3,5 $м^3$ — не менее 40 мин.

7.2.3.7 При необходимости контроля участка ОК или отдельного сварного соединения на контролируемый участок или сварное соединение допускается установить локальную камеру.

Порядок контроля аналогичен указанному в 7.2.3.5.

Длительность выдержки под давлением устанавливают в зависимости от откачиваемого объема в соответствии с 7.2.3.6.

7.2.3.8 При контроле замыкающего сварного шва ОК проводят вакуумирование ОК и подачу гелия в полость ОК с последующей заваркой замыкающего шва в потоке гелия. После заварки необходимо провести испытание замыкающего шва способом локальной вакуумной камеры. Длительность контроля определяется объемом камеры в соответствии с 7.2.3.6.

7.2.4 Способ опрессовки гелием замкнутых оболочек

7.2.4.1 Контроль способом опрессовки замкнутых оболочек, в которые нельзя подать гелий, заключается в том, что ОК или его замыкающий шов помещают в опрессовочную камеру, в которой создается давление гелия. При наличии негерметичности гелий через течи проникает в замкнутый объем ОК. Далее проводят контроль ОК накоплением гелия в вакуумной камере, в которую помещается ОК.

7.2.4.2 Контроль герметичности замыкающего сварного шва способом опрессовки проводят для ОК, имеющих объем до 10 л.

7.2.4.3 Порядок проведения контроля:

- ОК помещают в опрессовочную камеру и выдерживают под давлением гелия в течение определенного времени, согласно 8.2.4.4;

- после опрессовки ОК вынимают из опрессовочной камеры, обдувают сжатым воздухом или азотом наружную поверхность ОК для очистки от сорбированного гелия и выдерживают на воздухе от 1 до 2 ч;

- перед установкой ОК полость вакуумной камеры, присоединенной к течеискателю, откачивают вспомогательным насосом. Фиксируют фоновые показания течеискателя при давлении в камере от 1 до 7 Па с отключенным вспомогательным насосом;

- опрессованный гелием ОК помещают в вакуумную камеру и откачивают камеру с ОК до остаточного давления от 1 до 7 Па, отключают вспомогательный насос и накапливают гелий в камере не менее 1 ч, после чего открывают входной клапан течеискателя.

Признаком течи в замыкающем шве ОК является превышение сигнала течеискателя над браковочным порогом, соответствующим классу чувствительности контроля, или прирост сигнала течеискателя над фоновыми показателями, полученными до установки ОК в вакуумную камеру.

Примечание — С целью исключения повышенного гелиевого фона в процессе испытаний не допускается в качестве вакуумной использовать камеру, в которой проводилась опрессовка ОК гелием.

7.2.4.4 Длительность опрессовки ОК гелием должна быть при давлении 1 МПа не менее 120 ч, 2 МПа — не менее 50 ч, 5 МПа — не менее 13 ч.

7.2.5 Способ термовакуумный

7.2.5.1 Сущность способа заключается в том, что ОК нагревается в вакуумной камере до температуры от 380 до 400 °С при остаточном давлении внутри и снаружи ОК не более 0,1 Па, а затем контролируется при подаче гелия в нагретый ОК или в камеру, в которую он помещен.

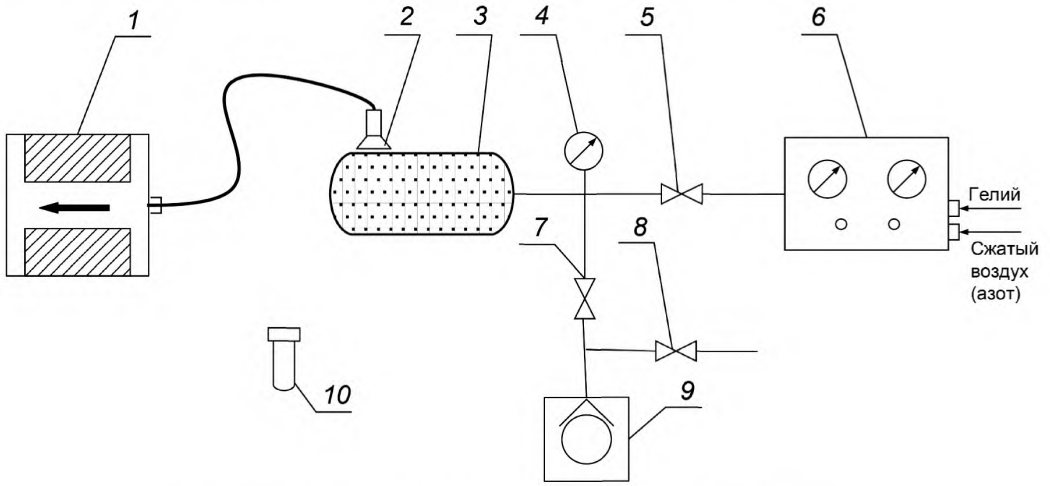
7.2.5.2 Порядок проведения контроля:

- ОК подготавливают к контролю в соответствии с 8.1;
- ОК помещают в камеру;
- камеру и внутреннюю полость ОК вакуумируют до остаточного давления не более 0,1 Па;
- ОК нагревают в печах или нагревательными устройствами до температуры от 380 до 400 °С и выдерживают при этой температуре от 3 до 5 мин. Темп разогрева определяется постоянным поддержанием давления в камере и ОК не больше 0,1 Па и конструкцией ОК;
- открывают входной клапан течеискателя при одновременном отключении насосной группы камеры (или ОК) и фиксируют фоновые показания;
- в ОК (или камеру) подается гелий до требуемого давления;
- ОК (камера) выдерживают под давлением, при этом фиксируют показания течеискателя. Длительность выдержки выбирают в соответствии с 7.2.3.6;
- после охлаждения ОК до температуры не выше 50 °С и напуска атмосферного воздуха камер открывают.

7.2.6 Способ щупа

7.2.6.1 Способ щупа применяют для контроля локальной герметичности объектов. Сущность способа заключается в том, что ОК заполняют гелием или гелиево-воздушной смесью до испытательного давления, после чего наружную поверхность ОК сканируют специальным щупом, соединенным гибким металлическим или вакуумным резиновым шлангом с течеискателем. В результате перепада давления гелий проникает через имеющийся сквозной дефект, через щуп и шланг попадает в масс-спектрометрическую камеру течеискателя. Определенная конструкция насадки щупа, изготовленная в соответствии с профилем контролируемой поверхности, позволяет сократить время контроля. Насадка щупа должна перекрывать проверяемый участок по ширине не менее чем на 5 мм с каждой стороны. Если ширина насадки меньше, то контроль следует проводить в несколько проходов.

Схема контроля способом гелиевого щупа приведена на рисунке 2.



1 — течеискатель; *2* — щуп; *3* — ОК; *4* — мановакуумметр; *5, 7, 8* — клапаны; *6* — пневмопульт; *9* — вакуумный насос; *10* — контрольная течь

Рисунок 2 — Схема установки для контроля способом щупа

7.2.6.2 При контроле способом щупа используются регулируемые щупы-улавливатели, соединенные шлангом с течеискателем или капиллярные щупы-зонды, представляющие собой гибкий капилляр с распределенным сопротивлением газовому потоку длиной до 10 м.

7.2.6.3 К установке для контроля способом гелиевого щупа предъявляются следующие требования:

- все соединения установки должны быть проверены на герметичность при закрытом положении щупа способом обдува;
- часть установки, предназначенная для подачи гелия в ОК, должна быть испытана на герметичность способом гелиевого щупа при давлении гелия, равном испытательному;

- длина капиллярного щупа-зонда или шланга (магистрали), соединяющего щуп с течеискателем, должна быть минимально возможной, так как от нее зависит задержка сигнала о наличии течи.

7.2.6.4 Порядок проведения контроля:

- подготовленный к контролю в соответствии с требованиями 8.1 ОК после установки технологической оснастки откачивается до остаточного давления не больше 1000 Па;
- выполняются включение и настройка течеискателя;
- осуществляется подача гелия или гелиево-воздушной смеси (не менее 50 % гелия) в ОК до испытательного давления;

Примечания

1 В случае невозможности предварительной откачки ОК допускается проводить продувку полости гелием до появления его на выходе ОК.

2 Для получения концентрации гелия не менее 50 % под давлением 0,1 МПа после продувки полости гелием в ОК подают гелий до давления 0,1 МПа. Для получения концентрации гелия не менее 75 % давление сбрасывают до атмосферного и вновь подают гелий до давления 0,1 МПа.

3 Для ОК с тупиковыми полостями, исключающими возможность продувки и вакуумирования, время выдержки для достижения необходимой концентрации гелия определяется экспериментально в каждом конкретном случае на стенде-имитаторе;

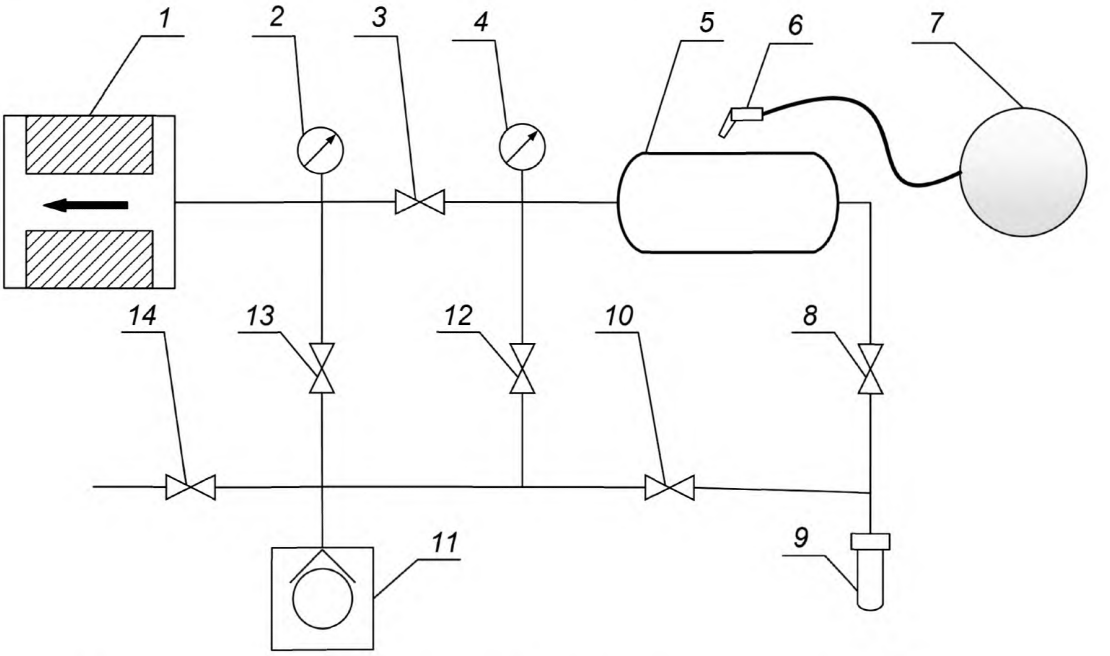
- контроль осуществляется перемещением щупа по поверхности ОК с постоянной скоростью, равной 0,10—0,15 м/мин;
- при движении щуп должен находиться в непосредственном соприкосновении с контролируемой поверхностью. Удаление щупа от контролируемой поверхности на 5 мм снижает выявляемость дефектов в 10—15 раз;
- контроль следует начинать с нижних участков ОК с постепенным переходом к верхним.

7.2.7 Способ обдува гелием

7.2.7.1 Способ обдува применяется для контроля локальной герметичности объектов. Сущность способа заключается в том, что ОК подключается к течеискателю, вакуумируется, после чего наружная поверхность ОК обдувается струей гелия с помощью обдувателя.

При наличии течи в ОК гелий попадает в его полость и фиксируется течеискателем.

Схема контроля способом обдува приведена на рисунке 3.



1 — течеискатель; *2, 4* — вакуумметры; *3, 8, 10, 12, 13, 14* — клапаны; *5* — ОК; *6* — обдуватель; *7* — камера с гелием; *9* — контрольная течь; *11* — вакуумный насос

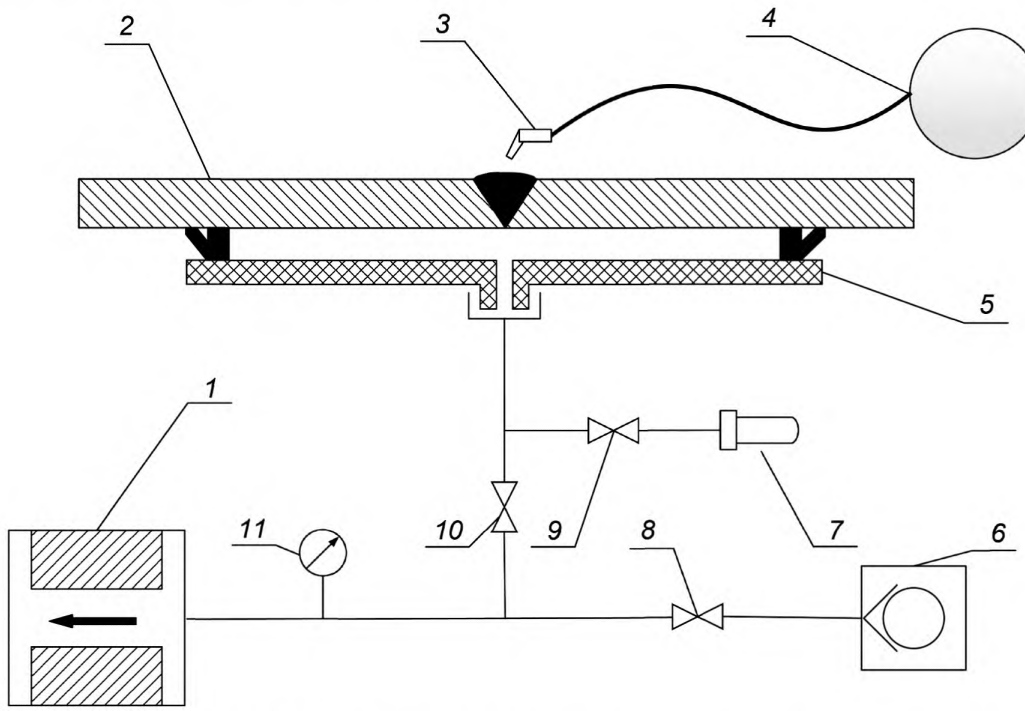
Рисунок 3 — Схема установки для контроля способом обдува

7.2.7.2 Порядок проведения контроля:

- подготовленный в соответствии с требованиями 7.1 ОК вакуумируется до остаточного давления не больше 10 Па, после чего открывается входной клапан течеискателя и отключается система вспомогательной откачки;
- обдув следует начинать с мест подсоединения системы вспомогательной откачки к течеискателю; затем обдувается сам ОК, начиная с верхних его участков с постепенным переходом к нижним;
- на первой стадии испытаний следует установить сильную струю гелия, охватывающую при обдуве сразу большую площадь. При обнаружении течи уменьшить струю гелия так, чтобы она слегка чувствовалась при поднесении пистолета-обдувателя к губам, и точно определить место сквозного дефекта. Скорость перемещения обдувателя по контролируемой поверхности составляет 0,10—0,15 м/мин;
- при контроле ОК большого объема и протяженности следует учитывать время запаздывания сигнала и уменьшить скорость перемещения обдувателя;
- при наличии больших сквозных дефектов и невозможности достижения требуемого вакуума в ОК контроль проводят при включенной системе вспомогательной откачки. После обнаружения больших сквозных дефектов и их устранения проводят повторный контроль с целью нахождения дефектов с малой величиной натекания при отключенной системе вспомогательной откачки.

7.2.7.3 Способ обдува допускается применять для контроля незамкнутых элементов конструкций. Для его осуществления следует использовать вакуумные камеры-присоски, накладываемые или закрепляемые на ОК со стороны, противоположной обдуваемой. Одна из конструкций камер приведена на рисунке 4.

7.2.7.4 Режимы испытания указаны в 7.2.7.2.



1 — течеискатель; *2* — ОК; *3* — обдуватель; *4* — камера с гелием; *5* — вакуумная камера-присоска; *6* — вакуумный насос; *7* — контрольная течь; *8, 9, 10* — клапаны; *11* — вакуумметр

Рисунок 4 — Схема контроля незамкнутых конструкций способом обдува

7.3 Проведение контроля герметичности галогенным методом галогенными течеискателями

7.3.1 Галогенный течеискатель основан на галогенном методе регистрации проникающих через течи галогеносодержащих пробных веществ (например, хладонов) и может быть использован для контроля

локальной герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов АС способом атмосферного щупа.

7.3.2 Для испытания на герметичность кислородных систем галогенный метод неприменим.

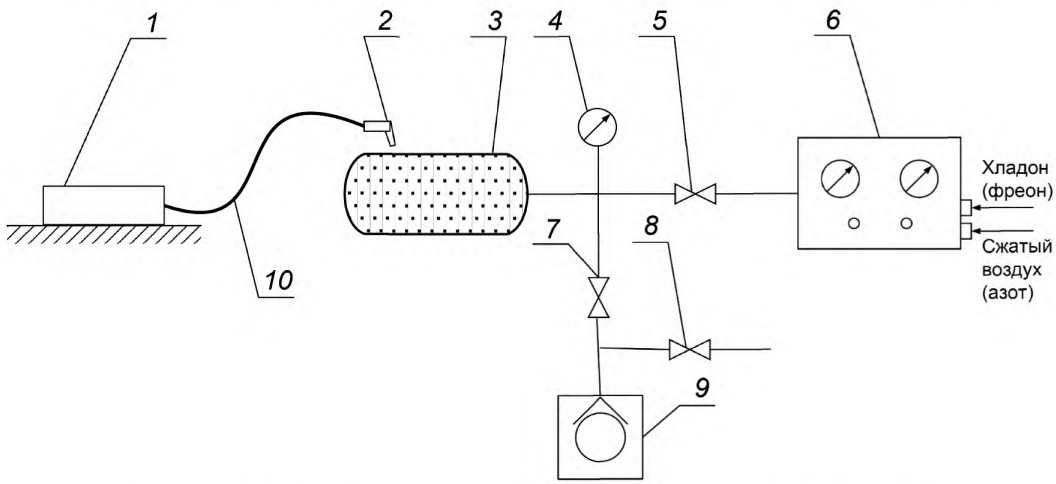
7.3.3 Способ галогенного щупа

7.3.3.1 Сущность способа галогенного щупа заключается в том, что ОК, предварительно отвакуумированный, наполняется хладоном (фреоном) или смесью хладона с воздухом (азотом) до испытательного давления. В результате перепада давлений хладон проникает через течи в ОК и улавливается щупом течеискателя.

7.3.3.2 Настройку течеискателей, определение и проверку пороговой чувствительности галогенных течеискателей следует проводить по контрольным галогенным течам в соответствии с РЭ течеискателя.

7.3.3.3 Система подачи хладона в ОК должна быть проверена на герметичность галогенным течеискателем при испытательном давлении в ОК.

7.3.3.4 Схема установки для контроля способом галогенного щупа приведена на рисунке 5.



1 — галогенный течеискатель; *2* — щуп; *3* — ОК; *4* — мановакуумметр; *5, 7, 8* — клапаны; *6* — пневмопульт; *9* — вакуумный насос; *10* — кабель

Рисунок 5 — Схема установки для контроля способом галогенного щупа

7.3.3.5 Порядок проведения контроля:

- после установки технологической оснастки ОК откачивается до остаточного давления не более 1000 Па;
- перекрытием клапана вакуумный насос отключают и хладон подают в ОК до необходимого при испытании избыточного давления;
- в случае невозможности предварительной откачки ОК, например трубопроводов, допускается вытеснение воздуха хладоном с фиксацией наличия хладона на удаленном конце трубопровода. Далее хладон подается в трубопровод для обеспечения концентрации хладона в трубопроводе не менее 50 %;
- для ОК камерного типа допускается подача хладона без откачки ОК при условии обеспечения концентрации хладона в ОК не менее 50 %;
- контроль осуществляется перемещением выносного щупа по поверхности ОК с постоянной скоростью;
- при движении щуп должен находиться на минимально возможном расстоянии от поверхности. Удаление щупа от контролируемой поверхности на 5 мм снижает выявляемость дефектов в 10—15 раз;
- контроль следует начинать с верхних участков ОК с постепенным переходом к нижним.
- после проведения контроля хладон должен быть удален из ОК за пределы рабочего помещения продувкой или откачкой до остаточного давления от 130 до 650 Па. После этого должны быть проведены напуск воздуха в ОК и повторная откачка до того же давления.

Примечание — Двукратная откачка ОК до остаточного давления 130—650 Па обеспечивает остаточное содержание хладона-12 не более 0,01 мг/л, а хладона-22 — не более 0,006 мг/л.

7.3.3.6 Режимы контроля галогенными течеискателями:

- скорость перемещения щупа по поверхности ОК должна быть от 0,10 до 0,15 м/мин;
- давление хладона-12 или хладона-22 должно соответствовать требованиям КД или ТКК. При этом для предотвращения сжижения хладона в ОК его парциальное давление должно быть ниже давления его насыщенных паров.

Примечание — Давление насыщенных паров хладона-12 и хладона-22 в зависимости от температуры приведено в приложении Г.

7.4 Проведение контроля герметичности пузырьковым методом

7.4.1 Пузырьковый метод основан на регистрации проникающего через течи пробного газа по пузырькам в индикаторной жидкости, контактирующей с контролируемой поверхностью ОК. Метод может быть применен для контроля локальной герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов АС надувом воздуха, пневмогидравлическим аквариумным, пузырьковым вакуумным способами. В качестве пробного (контрольного) газа применяются воздух, азот и другие газы, не растворяющиеся в индикаторной жидкости.

7.4.2 Пневматический способ

7.4.2.1 Способ заключается в том, что ОК заполняется пробным (контрольным) газом под избыточным давлением. На контролируемую поверхность ОК наносят тонкий слой пенообразующей жидкости — индикаторного состава, в качестве которого допускается применять мыльную эмульсию, пенопленочный индикатор или их аналоги. Пробный газ в местах течей образует пузыри или разрывы в слое мыльной эмульсии, пузыри и пенные коконы или разрывы в слое пенопленочного индикатора. Мыльную эмульсию применяют во вспененном виде, пенопленочный индикатор — преимущественно в виде сплошной пленки.

Примечание — Составы и способы приготовления пенообразующих индикаторных составов приведены в приложении Д.

7.4.2.2 Порядок проведения контроля:

- в ОК создается требуемое избыточное давление пробного газа;
- мягкой кистью или краскораспылителем на контролируемую поверхность ОК наносят пенообразующий состав и осуществляют визуальное наблюдение.

7.4.2.3 Время наблюдения за состоянием поверхности при нанесении мыльной эмульсии составляет не более 2—3 мин после ее нанесения на поверхность.

7.4.2.4 При использовании пенопленочного индикатора для контроля герметичности по 4-му классу чувствительности время выдержки под испытательным давлением составляет не менее 15 мин.

7.4.2.5 Для исключения пропуска крупных течей необходимо проводить наблюдение за слоем пенообразующей жидкости непосредственно в процессе ее нанесения.

7.4.2.6 После завершения контроля мыльную эмульсию или пенопленочный индикатор удаляют с контролируемых поверхностей ОК водой путем промывки или протирки влажными салфетками.

7.4.3 Пневмогидравлический способ аквариума

7.4.3.1 Сущность способа заключается в том, что ОК, который заполнен газом под избыточным давлением, погружают в воду или другую жидкость, соответствующую установленным требованиям. Газ, выходящий в местах течей из ОК, вызывает образование пузырей в жидкости.

7.4.3.2 Порядок проведения контроля:

- ОК помещают в емкость (аквариум);
- в ОК создается испытательное давление пробного газа;
- в емкость заливают жидкость до уровня не менее 100—150 мм над контролируемой поверхностью ОК.

Признаком течи в ОК являются всплывающие к поверхности жидкости пузырьки воздуха, периодически образующиеся на определенном участке поверхности ОК, или строчки пузырьков.

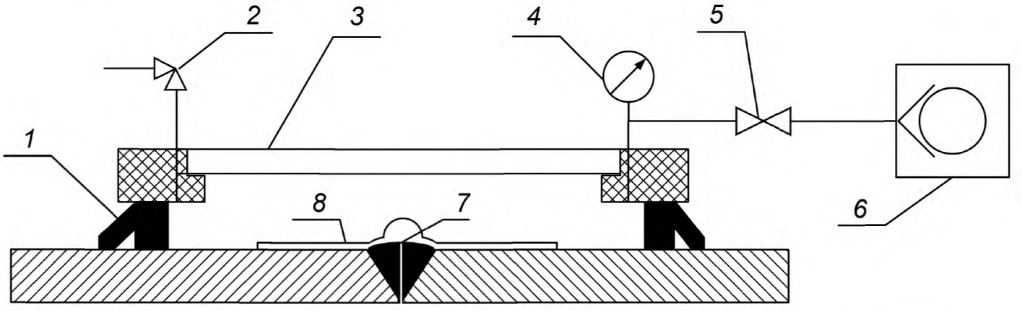
Примечание — Если ОК погружается в жидкость, заполняющую аквариум, то для исключения закупорки каналов предполагаемых течей водой перед погружением в объект необходимо подать предварительное избыточное давление, равное 20 % от испытательного, но не менее 0,02 МПа.

7.4.4 Пузырьковый вакуумный способ

7.4.4.1 Сущность способа заключается в том, что на контролируемый участок наносят пенообразующий состав, затем на него устанавливают вакуумную камеру — «присоску», в которой создается вакуум. Под действием перепада давления на стенке ОК через течи в камеру поступает воздух и образует пузыри, коконы или разрывы индикаторного покрытия, видимые через прозрачный верх (окно) камеры. Способ применяется преимущественно для контроля герметичности незамкнутых конструкций.

7.4.4.2 Для обеспечения полного контроля всего сварного соединения вакуум-камеру переставляют и устанавливают так, чтобы она на 50—100 мм перекрывала предыдущий проконтролированный участок шва.

Пузырьковая вакуум-камера может иметь различную форму в зависимости от конструкции ОК и вида сварного соединения. Для стыковых сварных соединений листовых конструкций изготавливают плоские камеры, для угловых швов — угловые, для контроля кольцевых швов трубопроводов могут быть изготовлены кольцевые камеры. Один из возможных вариантов конструкционного исполнения вакуум-камеры представлен на рисунке 6.



1 — эластичное уплотнение; *2* — клапан напуска атмосферы; *3* — окно; *4* — индикатор вакуума; *5* — клапан вакуумирования; *6* — вакуумный насос; *7* — течь в сварном соединении; *8* — пенообразующий состав

Рисунок 6 — Схема пузырьковой вакуум-камеры для контроля герметичности

7.4.4.3 Порядок проведения контроля:

- на контролируемый участок ОК наносят тонкий слой пенообразующего состава без пузырьков, пропусков и подтеков;
- на контролируемый участок устанавливают вакуумную камеру;
- вакуумная камера вакуумируется до остаточного давления 2,5—3 · 104 Па;
- осуществляют визуальный осмотр контролируемого участка для выявления растущих пузырьков и пенных вздутий, а также оголенного металла, образующегося после разрушения пузыря, которые являются признаками течей;
- время с момента нанесения состава до осмотра не должно превышать 10 мин, для исключения пропуска крупных течей наблюдение за индикаторным покрытием ведется с начала вакуумирования камеры.

7.5 Проведение контроля герметичности манометрическим методом

7.5.1 Манометрический метод основан на измерении падения давления в ОК, вызванного утечками пробного газа, за определенное время и применяется для контроля суммарной герметичности оборудования, трубопроводов и других элементов АС.

7.5.2 Для осуществления контроля манометрическим методом ОК заполняют воздухом или другим пробным газом под испытательным давлением и выдерживают в течение установленного времени.

7.5.3 Суммарную негерметичность вычисляют по формуле

$$Q = \frac{V\left(P_1 - P_2\right)}{\tau}. \qquad (2)$$

С учетом изменения температуры ОК за время выдержки:

$$Q = \frac{V\left(P_1 - P_2 \dfrac{T_1}{T_2}\right)}{\tau}, \qquad (3)$$

где V — внутренний объем ОК и элементов испытательной системы, м^3;

P_1, P_2 — испытательное давление в ОК в начале и конце выдержки соответственно, Па;

τ — время опрессовки, с;

T_1, T_2 — абсолютная температура пробного газа в начале и конце выдержки соответственно, К.

7.5.4 При контроле герметичности по падению давления необходимо соблюдать следующие условия:

- обеспечение высокой герметичности запорной арматуры, технологической оснастки, средств измерений и их соединений, подключенных к контролируемому объему;
- обеспечение минимального объема присоединенных к ОК магистралей и систем, увеличивающих контролируемый объем;
- стабилизация температуры контрольного газа в ОК, которая может измениться при повышении давления в ОК до испытательного, путем выдержки перед началом контроля герметичности; продолжительность выдержки зависит от испытательного давления, объема и конструкции ОК и устанавливается опытным путем, но не должна быть менее 15 мин.

7.5.5 Пороговая чувствительность манометрического метода может быть повышена путем применения дифференциального способа контроля, сущность которого заключается в измерении перепада испытательного давления в ОК по отношению к давлению в герметичной эталонной емкости, которое равно испытательному давлению перед началом выдержки. Для измерения падения давления в процессе контроля дифференциальным способом может быть использован дифференциальный манометр с пределом измерения, близким к предельно допустимому падению давления в ОК.

8 Проведение контроля жидкостными методами контроля герметичности

8.1 Подготовка к проведению контроля жидкостными методами

8.1.1 Общие требования к подготовке ОК должны соответствовать 5.8.

8.1.2 Поверхности ОК (сварного соединения и металла) должны быть очищены от механических и жировых загрязнений протиркой бязью, смоченной органическим растворителем (например, ацетоном, бензином) или водными очистителями, или промыты указанными жидкостями.

Примечание — Водный очиститель приготавливается путем растворения в 1 л обессоленной воды 10 г моющего средства. После применения водного очистителя поверхности ОК следует промыть чистой обессоленной водой и высушить.

8.1.3 Чистоту поверхности перед проведением контроля герметичности определяют по отсутствию светящихся в ультрафиолетовом свете пятен или точек, а при осмотре недоступной части контролируемой поверхности определяют с помощью зеркала.

8.1.4 При недоступности контролируемой поверхности для осмотра в лучах ультрафиолетового света контроль качества очистки осуществляется осмотром в лучах ультрафиолетового света салфетки из бязи после протирки ей недоступной части контролируемой поверхности. Отсутствие свечения на салфетке при освещении ее ультрафиолетовым светом свидетельствует о качественной очистке.

8.2 Проведение контроля гидравлическим способом

8.2.1 Сущность гидравлического способа заключается в том, что полости ОК заполняют водой, давление в ОК повышают до испытательного, выдерживают и визуально определяют места течей по появлению струй, капель и отпотевания воды.

8.2.2 Поверхности ОК подготавливают в соответствии с требованиями 9.1.

8.2.3 В качестве контрольной жидкости используют обессоленную воду при температуре не ниже 5 °С. При соответствующем указании в НД в воде могут быть растворены технологические добавки, например ингибиторы коррозии в минимальной концентрации.

8.2.4 Заполнение ОК водой проводят при скорости, исключающей гидроудары, до полного вытеснения воздуха из полостей ОК. При невозможности удаления воздуха в технически обоснованных случаях допускается перед заполнением вакуумировать полости ОК. Температура ОК после заполнения должна быть не ниже температуры помещения и исключать отпотевание влаги на контролируемой поверхности.

8.2.5 После плавного повышения давления до испытательного, равного рабочему, ОК выдерживается не менее 1 ч, если нет иных указаний в КД.

8.2.6 Места течей определяются визуально по наличию струй, капель, потеков, отпотевания воды на ОК. Осмотр проводят при давлении, значение которого определяется условиями безопасности.

8.2.7 Слив воды из ОК после испытаний осуществляется при полностью открытых дренажных системах для напуска атмосферного воздуха и исключения недопустимого понижения давления в полостях ОК.

8.3 Проведение контроля люминесцентно-гидравлическим способом

8.3.1 Сущность люминесцентно-гидравлического способа состоит в том, что ОК заполняется контрольной жидкостью — водным раствором люминофора определенной концентрации, давление повышается до испытательного и выдерживается в течение заданного времени.

Места расположения течей устанавливают по свечению люминофора на поверхности ОК в лучах ультрафиолетового света.

8.3.2 В качестве люминофоров применется любой водорастворимый люминофор, светящийся в УФ-свете в сухом виде или в водном растворе, например уранин (динатриевая соль флуоресцеина).

8.3.3 Поверхность ОК подготавливают в соответствии с требованиями 9.1.

8.3.4 Цикл испытаний ОК люминесцентным раствором аналогичен циклу гидроиспытаний по 9.2.4—9.2.7.

Примечания

1 При заполнении ОК люминесцентным раствором должны быть приняты меры, исключающие попадание люминесцентного раствора на наружную поверхность ОК.

2 В случае попадания на контролируемую поверхность люминесцентного раствора его следует удалять немедленно чистой водой.

8.3.5 После герметизации и подключения к гидростенду ОК заполняется водным раствором люминофора, и давление повышается до испытательного. Испытательное давление равно рабочему, если нет других указаний в КД. Длительность выдержки под испытательным давлением должна составлять не менее 1 ч.

8.3.6 После создания давления в ОК и до окончания испытания не разрешается протирка контролируемых участков во избежание удаления люминофора, проникшего через сквозной дефект.

8.3.7 После выдержки в соответствии с 8.3.5 контролируемые поверхности ОК подвергают осмотру в лучах ультрафиолетового света с целью выявления течей. Сквозные дефекты выявляют в виде светящихся точек и полосок.

8.3.8 При использовании уранина и других люминофоров, светящихся во влажном состоянии, во время первичного осмотра в УФ-свете будут обнаружены течи, при вытекании из которых вода не успеет испариться. При отсутствии таких течей каждый сварной шов или участок основного металла поочередно следует подвергать увлажнению влагораспылителем и окончательному осмотру в лучах ультрафиолетового света.

Примечания

1 Расстояние влагораспылителя от контролируемой поверхности 0,3—0,5 м.

2 Для распыления влаги допускается применение воздуха из цеховой магистрали при условии отсутствия в нем следов масла и эмульсий, светящихся в лучах ультрафиолетового света.

8.3.9 Осмотр ОК в ультрафиолетовом свете следует проводить в условиях затемнения помещения или непосредственно контролируемого участка поверхности ОК (освещенность не более 10 лк).

8.3.10 Слив контрольной жидкости из ОК после испытаний осуществляется в соответствии с 9.2.7.

Примечания

1 Допускается многократное использование раствора люминофоров после контроля чистых (свободных от технологических загрязнений) ОК.

2 Люминесцентный раствор следует хранить в закрытых емкостях. Время хранения раствора определяется свойствами люминофора.

8.3.11 В случае необходимости повторения или подтверждения результатов контроля выполняют следующие операции:

- промывка контролируемого участка чистой теплой водой для удаления следов люминофора;
- проверка качества удаления следов люминофора с поверхности осмотром ее в лучах ультрафиолетового света;
- выдержка ОК в течение 1 ч при испытательном давлении;
- увлажнение (при необходимости) и осмотр в лучах ультрафиолетового света.

Примечание — При повторных люминесцентно-гидравлических испытаниях возможно резкое ухудшение выявления дефектов вследствие снижения скорости течения раствора через дефект.

8.3.12 При контроле сварных швов и других участков ОК, недоступных для осмотра в лучах ультрафиолетового света, применяется способ фиксации дефектов с использованием ткани (мадаполам, бязь, марля) или фильтровальной бумаги с соответствующей разметкой.

Порядок проведения контроля:

- до создания давления в ОК контролируемые участки плотно обматывают тканью или фильтровальной бумагой в один или два слоя;
- плотное прилегание бумаги или ткани к контролируемой поверхности ОК обеспечивают с помощью различных прижимных устройств (изоляционной ленты, эластичной пленки, резины и т. п.);
- после создания давления и выдержки ОК под давлением с контролируемого участка снимают ткань или фильтровальную бумагу. Место расположения дефекта устанавливают по свечению на индикаторной ткани, бумаге люминесцентного раствора, прошедшего через дефект, в лучах ультрафиолетового света.

Примечание — Ткань или фильтровальную бумагу, снятую со сварного шва, допускается осматривать в лучах ультрафиолетового света на наличие дефектов в стационарных (лабораторных) условиях.

8.3.13 Удаление остатков люминесцентного раствора из полостей ОК следует проводить путем промывки полостей водой. Перед сбросом в канализацию раствор следует нейтрализовать (обесцветить).

8.4 Проведение контроля гидравлическим способом с люминесцентным индикаторным покрытием

8.4.1 При проведении контроля гидравлическим способом с люминесцентным индикаторным покрытием на наружную поверхность ОК наносят индикаторное покрытие, ОК опрессовывают водой, выдерживают при испытательном давлении в течение заданного времени и осматривают в лучах ультрафиолетового света.

При наличии течи вода проникает на наружную поверхность ОК, и в месте дефекта на индикаторном покрытии возникает свечение соответствующего цвета.

8.4.2 Индикаторное покрытие (масса или лента) содержит в своем составе водорастворимый люминофор, дающий при контакте с водой свечение в лучах ультрафиолетового света, и сорбент, удерживающий воду в течение длительного времени.

Пример состава и способа приготовления индикаторного покрытия приведен в приложении Е.

8.4.3 Индикаторную массу следует хранить в посуде, исключающей испарение спирта. Индикаторную ленту следует хранить в закрытой таре.

8.4.4 Перед проведением контроля необходимо проверять качество индикаторной массы и ленты на отсутствие светящихся в лучах ультрафиолетового света фона, пятен, точек после нанесения на металлическую пластину.

8.4.5 Поверхность контролируемого ОК следует подготавливать в соответствии с требованиями 8.1.

8.4.6 Порядок и последовательность заполнения ОК водой аналогичны порядку по 9.2.4. Температура воды не должна быть ниже температуры воздуха в помещении, где установлен ОК.

8.4.7 Порядок проведения контроля после заполнения ОК водой:

- нанести на поверхность ОК мягкой кистью спиртовую индикаторную массу или наложить индикаторную ленту. При наложении индикаторной ленты на контролируемый участок ОК необходимо обеспечить контакт ее со всеми точками контролируемой поверхности;
- проверить качество нанесения индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового света на отсутствие светящегося фона. Недопустимо попадание влаги на индикаторное покрытие извне, так как это может привести к ложной картине дефектов. Для устранения возможного попадания влаги контролируемые участки следует защищать полиэтиленовой пленкой;
- провести опрессовку ОК водой испытательным давлением, равным рабочему, если нет других указаний в КД. Время выдержки ОК под давлением должно быть не менее 1 ч;
- после выдержки ОК под испытательным давлением и снятия давления провести осмотр контролируемых поверхностей или снятой с контролируемых участков индикаторной ленты в лучах ультрафиолетового света. Операцию осмотра необходимо осуществлять в условиях затемнения помещения или непосредственно контролируемого участка (освещенность не более 10 лк);
- удалить сухое индикаторное покрытие после проведения контроля с помощью волосяных щеток, сухой ветоши.

Примечание — В обоснованных случаях допускаются нанесение индикаторного покрытия и осмотр контролируемых поверхностей ОК под испытательным давлением.

8.4.8 Сквозные дефекты выявляются в виде светящихся точек, полосок на индикаторном покрытии при облучении его ультрафиолетовым светом.

8.4.9 Условия контроля (температура ОК, относительная влажность и температура воздуха) должны исключать конденсацию атмосферной влаги на стенках ОК и появление фона индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового света.

Температура ОК должна быть равна (или выше) температуре окружающего воздуха.

8.4.10 При повторном проведении испытаний гидравлическим способом с индикаторным покрытием выявление дефектов резко ухудшается.

Перед повторными испытаниями следует:

- удалить сухое индикаторное покрытие щеткой или сухой ветошью;
- промыть контролируемую поверхность этиловым спиртом или водой с добавками моющих средств;
- проверить качество удаления следов люминофора в лучах ультрафиолетового света;
- выполнить операции, перечисленные в 9.4.7 и 9.4.8.

8.5 Проведение контроля способом налива воды без напора

8.5.1 Налив воды в ОК осуществляется на высоту, указанную в проектной (конструкторской) документации. Места расположения дефектов устанавливают визуально по появлению струй, потеков и капель воды на контролируемой поверхности.

8.5.2 Продолжительность нахождения воды в ОК не менее 1 ч, не считая времени, необходимого для заполнения ОК водой и осмотра всей контролируемой поверхности.

8.6 Проведение контроля методом проникающих жидкостей (капиллярным)

Метод основан на регистрации контрольных жидкостей, проникающих через течи ОК под действием капиллярного давления.

8.6.1 Проведение контроля способом люминесцентных проникающих жидкостей

8.6.1.1 Способ контроля герметичности с использованием люминесцентных проникающих жидкостей заключается в том, что на поверхность стенки ОК наносят проникающую жидкость на основе керосина с добавкой люминофора, а на противоположную поверхность — индикаторное адсорбирующее покрытие. После высыхания покрытия и выдержки в течение заданного времени в соответствии с таблицей 4 при периодическом (через 15—20 мин) нанесении добавочного количества проникающей жидкости проводят осмотр поверхности в лучах ультрафиолетового света. Проникающая под действием капиллярных сил через течи ОК люминесцентная жидкость дает свечение в лучах ультрафиолетового света.

Состав и способы приготовления проникающей жидкости и адсорбирующего покрытия приведены в приложении Ж.

8.6.1.2 Порядок проведения контроля:

- подготовить контролируемую поверхность в соответствии с требованиями 9.1;
- нанести на контролируемую поверхность кистью или тампоном проникающую жидкость;
- нанести адсорбирующее покрытие мягкой кистью сразу же после нанесения проникающей жидкости;
- высушить адсорбирующее покрытие на поверхности ОК, допускается обдуть покрытие горячим воздухом (температура до 60 °С) для ускорения высыхания;
- осмотреть контролируемую поверхность в лучах ультрафиолетового света в условиях затемнения (освещенность не более 10 лк) после выдержки, указанной в таблице 4.

Примечание — Перед началом осмотра контролируемой поверхности осуществить адаптацию глаз контролера к затемненности. Время адаптации — не менее 5 мин.

Таблица 4 — Время выдержки ОК в контакте с проникающей жидкостью

Класс чувствительности	Толщина металла (не более), мм			
	0,5	1,0	5,0	10,0
	Время выдержки ОК в контакте с проникающей жидкостью (не менее), мин			
IV	9	18	60	180
V	2	3	15	30

8.6.1.3 Течи выявляются в виде светящихся пятен, точек и полос на фоне покрытия.

8.6.2 Способ керосиновой пробы

8.6.2.1 При невозможности использовать керосин с добавкой люминофора в качестве проникающей жидкости применяют чистый керосин.

8.6.2.2 Последовательность операций при выполнении контроля способом керосиновой пробы аналогична изложенной в 8.6.1. Осмотр контролируемой поверхности проводят при освещенности контролируемой поверхности не менее 500 лк.

8.6.2.3 Время выдержки контролируемой поверхности в контакте с проникающей жидкостью, зависящее от толщины металла и положения контролируемой поверхности в пространстве, представлено в таблице 5.

Таблица 5 — Время выдержки ОК в контакте с керосином

Положение контролируемых поверхностей в пространстве	Толщина металла, мм		
	до 6	от 6 до 24	свыше 24
	Время выдержки ОК в контакте с керосином (не менее), мин		
Нижнее	40	60	90
Вертикальное горизонтальное потолочное	60	90	120

8.6.2.4 Допускается для реализации способа контроля проникающими жидкостями использовать дефектоскопические материалы, применяемые для капиллярного контроля. Набор для люминесцентного метода КК используют для контроля герметичности способом люминесцентных проникающих жидкостей, набор для цветного контроля — для контроля герметичности способом керосиновой пробы. В этом случае в качестве проникающей жидкости используют пенетрант, в качестве индикаторного адсорбирующего покрытия — проявитель.

9 Учетная и отчетная документация

9.1 Требования к учетной документации

Требования к учетной документации (журналам) по неразрушающему контролю изложены в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, устанавливающих правила контроля металла оборудования и трубопроводов АЭУ при изготовлении и монтаже, и в правилах контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов АС.

Журнал результатов контроля должен иметь сквозную нумерацию страниц, быть сброшюрован и скреплен подписью руководителя службы неразрушающего контроля.

Все исправления и изменения в журнале должны быть заверены подписью руководителя службы неразрушающего контроля с указанием даты их внесения.

В журнал допускается вносить дополнительные данные.

9.2 Требования к отчетной документации

На основании учетной документации следует оформлять отчетную документацию в виде заключения (протокола).

Требования к отчетной документации, требования к форме и содержанию заключения (протокола) по неразрушающему контролю изложены в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, устанавливающих правила контроля металла оборудования и трубопроводов АЭУ при изготовлении и монтаже и в правилах контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов АС.

В заключение (протокол) допускается вносить дополнительные данные.

10 Требования к метрологическому обеспечению

10.1 Используемое для контроля герметичности испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568 и (или) [2].

10.2 Средства измерений, применяемые при испытаниях на герметичность, должны быть утвержденного типа и иметь действующее свидетельство о поверке и (или) знак поверки в соответствии с требованиями [3].

10.3 Контрольные течи утвержденных типов, представляющие собой меры потоков, которыми комплектуются масс-спектрометрические течеискатели, должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке в соответствии с требованиями [3].

10.4 Контрольные течи, не являющиеся мерами потока (аттестованными объектами в соответствии с требованиями [4]), допускаются к применению после прохождения аттестации (первичной или периодической) в метрологической службе организации. Периодичность аттестации устанавливают при первичной аттестации.

10.5 Для методов и способов контроля герметичности, содержащих процедуру измерений, должны быть установлены требования по точности определения характеристик герметичности.

11 Требования безопасности

11.1 Общие требования безопасности при проведении контроля герметичности

11.1.1 При проведении контроля герметичности детали, сборочные единицы и ОК должны быть закреплены или должны находиться на прочном фундаменте. При необходимости вокруг испытуемых ОК должны быть сделаны ограждения.

11.1.2 При проведении работ по контролю заземление аппаратуры должно осуществляться медным проводом сечением не менее 2,5 мм^2.

11.1.3 Внутри металлоконструкций дефектоскописты должны работать в касках.

11.1.4 При работе в монтажных условиях подключение аппаратуры к сети электропитания и отключение от нее по окончании работы должны выполняться дежурным электромонтером. Перед включением аппаратуры необходимо убедиться в наличии надежного заземления.

11.2 Требования безопасности при работе с гелиевыми, галогенными течеискателями и люминесцентной аппаратурой

11.2.1 При работе с течеискателями и другой аппаратурой необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в соответствующих руководствах по эксплуатации.

11.2.2 После окончания работ по испытаниям на герметичность следует:

- выключить течеискатели;
- давление в испытуемых конструкциях выровнять с атмосферным;
- закрыть баллоны с гелием и другими сжатыми газами;
- снять плакаты с охранной зоны.

11.2.3 При работе с галогенными течеискателями и хладонами необходимо выполнять следующие требования:

- недопустимо наличие на участке накаленных поверхностей и открытого пламени;
- контроль следует проводить на расстоянии не менее 5 м от мест проведения сварочных работ.

11.2.4 При работе с источниками ультрафиолетового излучения должна быть включена приточно-вытяжная вентиляция.

При осмотре в лучах ультрафиолетового света следует предохранять глаза защитными очками.

11.3 Требования безопасности при работе с баллонами, находящимися под давлением

При работе с баллонами, находящимися под давлением следует выполнять требования к устройству и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для объектов использования атомной энергии, установленные федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии.

11.4 Требования безопасности при работе с механическими и пароструйными вакуумными насосами

11.4.1 Все вращающиеся части насосов (маховики) должны быть защищены кожухами. Насосы должны быть надежно укреплены на фундаменте.

11.4.2 Питание механических вакуумных насосов осуществляется от 3-фазной сети переменного тока 220/380 В, в связи с чем насос необходимо заземлить.

11.4.3 Для проведения работ, связанных с применением механического насоса, необходимо:

- установить механический насос в местах, удаленных от прохода, в соответствии с планировкой, согласованной со службами техники безопасности;
- вращающуюся часть насоса установить так, чтобы к нему был возможен подход с противоположной стороны;
- не загромождать посторонними предметами место установки насоса;
- откачку больших объемов с атмосферного давления следует вести при неполностью открытом клапане для предотвращения выброса масла из насосов;
- после остановки механического насоса в него необходимо подать атмосферный воздух;
- запрещается проводить залив масла во время работы насоса.

11.4.4 Пароструйные насосы должны иметь исправные нагреватели и токопроводящие провода. Вблизи нагревателя не должно находиться воспламеняющихся предметов.

11.4.5 После полной остановки пароструйного насоса необходимо перекрыть систему охлаждения.

11.5 Специальные требования безопасности при контроле герметичности газовыми и жидкостными методами

11.5.1 При подаче в ОК испытательного давления опасными факторами, наличие которых возможно при разрушении ОК или оснастки в процессе испытаний, являются:

- ударная волна (при пневмоиспытаниях);
- струя жидкости или газа;
- статическое давление (при пневмоиспытаниях);
- осколки ОК и оснастки;
- снижение концентрации кислорода (при пневмоиспытаниях).

Наряду с указанными опасными факторами следует также учитывать сопутствующие факторы, обусловленные особенностями применяемых средств технологического оснащения, методов испытаний и свойствами применяемых рабочих сред (электроопасность, шумовые эффекты, пожароопасность, токсичность и др.).

11.5.2 Состав испытательной установки (стенда, пульта) включает в себя защитное устройство, средства для создания испытательного давления (насос, компрессор и т. п.), предохранительные устройства (клапана), исключающие превышение давления над испытательным, системы управления и контроля процесса испытаний, системы блокировки.

11.5.3 Все системы испытательной установки, работающие под давлением, должны быть проверены на функционирование. Результаты испытаний оформляют актом или заносят в формуляр (паспорт) испытательной установки.

11.5.4 Оснастка для пневматических и гидравлических испытаний, работающая под давлением, и подводящие к ОК испытательное давление трубопроводы и рукава должны быть испытаны на прочность в соответствии с [1] давлением $P_{И.П} = 1{,}5\ P_{ИСП}$ и герметичность давлением $P_{И.Г} = P_{ИСП}$, где $P_{ИСП}$ — максимальное испытательное давление в ОК. Время выдержки под испытательным давлением — не менее 5 мин.

11.5.5 Испытательные установки должны проходить планово-предупредительный ремонт.

11.5.6 В производственных зданиях испытательные установки размещают на специально выделенных участках в соответствии с проектной документацией на строительство или технологическими планировками, разработанными и утвержденными в организации в установленном порядке.

11.5.7 В зависимости от назначения, конструктивного исполнения и условий проведения испытаний следует применять защитные устройства следующих типов:

а) тип 1 — устройства, локализующие действие опасных факторов в заданном объекте при разрушении ОК:

- металлические камеры с нормальной атмосферой (бронекамеры, бронешкафы, бронеколпаки);

- металлические камеры с жидкостным и газовым наполнением (броневанны, камеры испытаний внешним давлением);
- металлические вакуум-камеры (броневакуум-камеры);
- железобетонные камеры (бронебоксы);

б) тип 2 — устройства, локализующие действия опасных факторов в заданных направлениях при разрушении ОК:

- ограждение (щитовое, сетчатое);
- железобетонные траншеи с открытым верхом;
- бронебоксы с легко сбрасываемыми поверхностями, размещаемые у наружных стен производственного корпуса, а также бронекамеры и бронебоксы шахтного типа, встроенные в производственный корпус;

в) тип 3 — устройства (укрытия), защищающие обслуживающий персонал от действия опасных факторов при разрушении объекта испытаний:

- металлические щиты (бронещиты);
- металлические кабины (бронекабины);
- железобетонные бункеры.

11.5.8 Тип защитного устройства выбирают в зависимости от вида испытаний (пневматические, гидравлические или пневмогидравлические) и характеристик (давление испытаний и энергоемкость) испытуемого объекта ($P_И$ и $P_И \cdot V_О$ соответственно).

11.5.9 Двери защитных устройств должны быть оборудованы запорами с блокирующими устройствами, исключающими возможность открытия дверей, и блокировкой, обеспечивающей в случае открытия двери во время испытаний автоматическое отключение подачи и сброс давления.

11.5.10 К работам, связанным с подготовкой и проведением испытаний на прочность и герметичность, допускаются лица не моложе 18 лет, обученные по специальными программам, прошедшие медицинское освидетельствование, инструктаж, сдавшие экзамены квалификационной комиссии, имеющие удостоверения на право производства работ, а также допущенные к этим работам на конкретном испытательном оборудовании в установленном порядке.

11.5.11 В проведении испытаний на герметичность должно участвовать минимальное количество людей, но не менее двух человек.

11.5.12 Во время проведения испытаний запрещается:

- находиться на территории участка лицам, не участвующим в испытаниях;
- находиться со стороны заглушек лицам, участвующим в испытаниях;
- производить посторонние работы на испытательном участке и работы, связанные с устранением обнаруженных дефектов на ОК, находящимся под давлением. Работы по устранению дефектов разрешается производить только после снятия давления и в необходимых случаях после удаления контрольной среды;
- транспортировать (кантовать) ОК, находящиеся под испытательным давлением;
- транспортировать грузы над ОК, находящимся под давлением.

11.5.13 Испытателю запрещается:

- оставлять без надзора пульт управления стендом, испытываемый ОК, ОК, соединенный с испытательным стендом;
- производить под давлением какие-либо работы с ОК, сборку-разборку оснастки, ремонт оборудования и т. п.;
- самовольно вносить изменения в технологический процесс испытаний, изменять давление, время выдержки под давление и др.

11.5.14 При гидроиспытаниях полости ОК должны быть заполнены жидкостью полностью, наличие в коммуникациях и ОК воздушных подушек не допускается. Поверхность ОК должна быть сухой.

11.5.15 Давление в ОК должно повышаться и снижаться плавно. Повышение давления должно проводиться с остановками. Величина промежуточного давления принимается равной половине испытательного. Скорость подъема давления не должна превышать 0,5 МПа в минуту.

11.5.16 Проведение испытаний при наличии неисправностей в испытательной установке, оснастке и инструментах не допускается.

11.5.17 Испытатель должен прекратить испытания, подачу газа или жидкости в объект испытаний, открыть линии сброса давления в случаях:

- разрушения испытуемого объекта;
- возникновения пожара;

- перерыва подачи газа или жидкости;
- выхода из строя манометров и других контрольных приборов;
- срабатывания аварийной сигнализации;
- возрастания давления в объекте выше разрешенного, несмотря на принятые меры, установленные инструкцией или технологическим процессом;
- выхода из строя предохранительных, запорных и регулирующих устройств линии подачи и сброса жидкости или газа.

11.5.18 Перед началом испытаний необходимо убедиться, что ОК прошел испытания на прочность, о чем имеется запись в сопроводительной документации.

11.5.19 Обслуживание систем течеискателей, работающих в радиационно и химически активных средах (профилактика, ремонт, замена деталей) не допускается без их дезактивации.

11.5.20 При необходимости высокочувствительного контроля герметичности в радиационно и химически опасных условиях необходимо применять специальные течеискатели, система анализатора которых защищена от вредного воздействия контрольной или индикаторной среды и обеспечивает защиту узлов и механизмов от опасных воздействий среды или возможность их дезактивации.

11.5.21 Для контроля герметичности в особо опасных условиях, например когда объекты контроля находятся в радиационно или химически опасных условиях, безопасность персонала должна обеспечиваться применением дистанционных, автоматизированных средств и систем контроля герметичности.

Приложение А
(справочное)

Соотношения различных единиц измерения потока газа

Таблица А.1 — Соотношения различных единиц измерения потока газа

Размерность	$\frac{м^3 \cdot Па}{с}$	$\frac{л \cdot мкм\ рт.\ ст}{с}$	$\frac{см^3 \cdot атм}{с}$	$\frac{см^3 \cdot атм}{год}$	$\frac{мм^3 \cdot МПа}{с}$
$\frac{м^3 \cdot Па}{с}$	1	$7{,}6 \cdot 10^{3}$	1	$3{,}1 \cdot 10^{8}$	$1{,}0 \cdot 10^{3}$
$\frac{л \cdot мкм\ рт.\ ст.}{с}$	$1{,}3 \cdot 10^{-4}$	1	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$	$4{,}0 \cdot 10^{4}$	$1{,}3 \cdot 10^{-1}$
$\frac{см^3 \cdot атм}{с}$	$9{,}8 \cdot 10^{-2}$	$7{,}6 \cdot 10^{2}$	1	$3{,}1 \cdot 10^{7}$	$1{,}0 \cdot 10^{2}$
$\frac{см^3 \cdot атм}{год}$	$3{,}2 \cdot 10^{-9}$	$2{,}5 \cdot 10^{-5}$	$3{,}2 \cdot 10^{-8}$	1	$3{,}2 \cdot 10^{-6}$
$\frac{мм^3 \cdot МПа}{с}$	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	7,6	$1{,}0 \cdot 10^{-2}$	$3{,}1 \cdot 10^{5}$	1

Приложение Б
(обязательное)

Чувствительность систем контроля герметичности

Таблица Б.1

Класс чувствительности системы контроля	Диапазон пороговой чувствительности системы контроля, ($м^3 \cdot Па/с$)	Способ контроля	Способ и режим подготовки ОК к контролю (сушка)				
			Температурный режим		Термовакуумный режим		
			Температура сушки, °С	Время сушки, мин	Температура сушки, °С	Вакуум, Па (остат. давление)	Время сушки, мин
I	От $5 \cdot 10^{-11}$ до $5 \cdot 10^{-10}$ (включительно)	Термовакуумный	—	—	От 380 до 400	0,1	От 3 до 5
		Гелиевой (вакуумной) камеры	От 250 до 300	30	От 250 до 300	1	5
II	От $5 \cdot 10^{-10}$ до $5 \cdot 10^{-9}$ (включительно)	Гелиевой (вакуумной) камеры	От 250 до 300	120	От 250 до 300	1	20
		Обдува гелием					
III	От $5 \cdot 10^{-9}$ до $5 \cdot 10^{-7}$ (включительно)	Гелиевой (вакуумной) камеры	От 150 до 200	120	От 100 до 120	8	60
		Гелиевого щупа					
		Обдува гелием					
		Опрессовки гелием замкнутых оболочек					
		Пневматический					
IV	От $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-6}$ (включительно)	Гелиевой (вакуумной) камеры	От 80 до 120	60	От 10 до 30	8	120
		Гелиевого щупа					
		Обдува гелием					
		Галогенного щупа					
		Пневматический					
		Пневмогидравлический аквариума					
		Пузырьковый вакуумный					
		Гидравлический	Сушка не требуется				
		Люминесцентно-гидравлический					
		Гидравлический с люминесцентным индикаторным покрытием					
V	От $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ (включительно)	Гелиевой (вакуумной) камеры	Сушка не требуется				
		Гелиевого щупа					
		Обдува гелием					
		Галогенного щупа					

Окончание таблицы Б.1

Класс чувствительности системы контроля	Диапазон пороговой чувствительности системы контроля, ($м^3 \cdot Па/с$)	Способ контроля	Способ и режим подготовки ОК к контролю (сушка)				
			Температурный режим		Термовакуумный режим		
			Температура сушки, °С	Время сушки, мин	Температура сушки, °С	Вакуум, Па (остат. давление)	Время сушки, мин
V	От $5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ (включительно)	Пневматический	Сушка не требуется				
		Пневмогидравлический аквариума					
		Гидравлический					
		Люминесцентно-гидравлический					
		Гидравлический с люминесцентным индикаторным покрытием					
		Капиллярный (люминесцентные проникающие жидкости, керосиновая проба)					
		Налива воды без напора					
		Манометрический метод (по падению давления, по повышению давления, дифференциальный)					

Примечание — Установленный класс герметичности ОК обеспечивается выбором системы контроля того же класса, при испытательном давлении равном рабочему.

В случаях, когда невозможно провести контроль герметичности при испытательном давлении, равном рабочему, производят перерасчет потока пробного вещества при фактическом испытательном давлении в поток воздуха при рабочем давлении, если нет других указаний в КД.

Расчетная формула

$$Q_{раб} = Q_{исп} \frac{P_{раб}}{P_{исп}} \sqrt{\frac{M_в}{M}},$$

где $Q_{раб}$, $Q_{исп}$ — потоки пробного газа при рабочем и испытательном давлении соответственно, $м^3 \cdot Па/с$;

$P_{раб}$, $P_{исп}$ — давление рабочее и испытательное, Па;

$M_в$, M — молярные массы воздуха и пробного газа соответственно, г/моль.

Приложение В
(обязательное)

Порядок определения пороговой чувствительности способов контроля гелиевым течеискателем

В.1 Для определения пороговой чувствительности способов контроля используются гелиевые контрольные течи с потоком гелия, соответствующим классу герметичности ОК.

В.2 Для способов вакуумной (гелиевой) камеры и обдува необходимо подключить контрольную течь через клапан к удаленному участку ОК (при контроле способом гелиевой камеры или обдува) или камеры (при контроле способом вакуумной камеры).

Примечание — При невозможности установления гелиевой течи на удаленный конец ОК допускается не определять пороговую чувствительность способа для ОК длиной не более 10 м, объемом не более 5 $м^3$ при условии настройки гелиевых течеискателей на пороговую чувствительность, значение которой не превышает $5 \cdot 10^{-11}$ $м^3 \cdot Па/с$.

В.3 Для определения чувствительности способа гелиевого щупа следует использовать внешнюю контрольную течь, дающую постоянный поток гелия.

Приложение Г
(справочное)

Зависимость давления насыщенных паров хладона-12 и хладона-22 от температуры

Таблица Г.1

Температура, °С		0	10	20	30	40
Давление насыщенных паров, кгс/см^2	хладона-12	3,1	4,3	5,8	7,6	9,8
	хладона-22	5,1	7,0	9,3	12,2	15,8

Приложение Д
(справочное)

Пенообразующие индикаторные составы и способы их приготовления

Д.1 Состав А:
вода, $см^3$ 1000;
мыло туалетное или хозяйственное 65%-ное, г ..... 50.
Д.2 Состав Б:
вода, $см^3$ 1000;
ПАВ-пенообразователь, г ..... 15.

Примечания
1 Мыло (ПАВ) тщательно размешивают в теплой воде до полного растворения.
2 При работе в зимнее время для предохранения пенообразующего состава от замерзания в состав Б добавляется хлористый кальций или хлористый натрий в количествах, указанных в таблице Д.1.

Таблица Д.1 — Содержание хлоридов кальция и натрия в зависимости от температуры

Температура воздуха, °С		От 0 до –5 включ.	От –5 до –10 включ.	От –10 до –15 включ.	От –15 до –20 включ.	От –20 до –25 включ.	От –25 до –30 включ.	От –30 до –35 включ.
Количество, г	хлористого кальция	100	170	220	290	303	329	366
	хлористого натрия	83	170	222	290	—	—	—

Д.3 Пенопленочный индикатор:
декстрин ..... от 5 до 15;
регулятор pH среды ..... от 0,5 до 1;
поверхностно-активное вещество ..... от 0,05 до 1;
глицерин с низкомолекулярным спиртом в соотношении 2:1 ..... от 3 до 30;
остальное ..... вода.

Приложение Е
(справочное)

Состав и способы приготовления индикаторного покрытия (массы и ленты)

Е.1 Состав индикаторного покрытия на основе динатриевой соли флуоресцеина

Е.1.1 Индикаторная масса содержит:

крахмал, г.....от 290 до 300;
декстрин, г.....от 45 до 50;
динатриевая соль флуоресцеина (уранин), г.....от 2,9 до 3;
этиловый спирт, $см^3$ ..... 1000 ± 10.

Е.1.2 Индикаторная лента:

- белая ткань типа мадаполама, бязи, марли или фильтровальная бумага;
- пропитывается 0,29—0,3 мас. % спиртовым раствором динатриевой соли флуоресцеина.

Е.2 Способ приготовления индикаторных средств

Е.2.1 Индикаторную массу следует готовить, растворяя мелкоизмельченный порошок динатриевой соли флуоресцеина в этиловом спирте в соответствующем Е.1.1 количестве. Крахмал и декстрин следует просушить с целью обезвоживания при температуре 100—120 °С до получения их сыпучести [при толщине слоя (1 ± 0,1) см время просушки составляет 55—60 мин] и в соответствующих количествах, указанных в Е.1.1, добавить в спиртовой раствор динатриевой соли флуоресцеина. Приготовленную суспензию следует тщательно перемешать.

Е.2.2 Индикаторную ленту следует готовить, пропитывая предварительно просушенную ткань или фильтровальную бумагу в спиртовом растворе динатриевой соли флуоресцеина в соответствующем количестве, указанном в Е.1.2. Пропитанную ткань или бумагу следует высушить феном или в термошкафу.

Качество приготовления индикаторной ленты оценивается по отсутствию светящихся пятен или точек на ткани или бумаге в лучах ультрафиолетового света.

Приложение Ж
(справочное)

Состав и способы приготовления проникающей жидкости и адсорбирующего покрытия

Ж.1 В качестве люминесцентной проникающей жидкости применяется жидкость следующего состава:
люминофор жирорастворимый, $см^3$ .....от 150 до 160;
керосин, $см^3$ .....от 840 до 850.
Люминофор тщательно размешивается в керосине до полного растворения.

Ж.2 В качестве адсорбирующего покрытия для люминесцентной проникающей жидкости и керосина следует применять спиртоводную суспензию каолина с концентрацией каолина 350—500 г на 1 л раствора из равных по объему количеств воды и этилового спирта.

Примечания

1 При температуре окружающего воздуха от 0 до 10 °С в качестве адсорбирующего покрытия следует применять спиртовую суспензию каолина с концентрацией 350—360 г каолина на 1 л этилового спирта.

2 При приготовлении адсорбирующего покрытия порошок каолина тщательно перемешивают с небольшим количеством спиртоводного раствора или спирта до получения однородной массы, не содержащей твердых комков, а затем добавляют необходимое количество спиртоводного раствора или спирта до получения нужной концентрации.

Приложение И
(обязательное)

Содержание технологической карты контроля герметичности

- наименование организации-разработчика;
- обозначение (номер) ТКК;
- наименование ОК;
- эскиз ОК;
- обозначение чертежа ОК;
- требования к качеству (класс или норма герметичности);
- материал ОК;
- рабочее давление;
- метод контроля, способ контроля;
- методическая документация;
- перечень средств контроля (в том числе контрольная течь при необходимости);
- требования безопасности;
- условия проведения контроля;
- порядок подготовки к контролю (в том числе проверка чувствительности средств и способа контроля при необходимости);
- порядок проведения контроля;
- нормы оценки качества, браковочные признаки;
- фамилия, инициалы, подпись, сведения о сертификате (аттестационном удостоверении) разработчика ТКК;
- фамилия, инициалы, подпись лица, утвердившего ТКК.

ТКК может дополняться другими сведениями, предусмотренными на предприятии.

Приложение К
(обязательное)

Требования к рабочему месту и помещению при контроле герметичности

Площадь рабочего участка должна соответствовать нормам, обеспечивающим безопасное выполнение работ.

Рабочий участок должен быть приспособлен для влажной уборки и дегазации от гелия, хладона и других газов.

Участок должен быть оборудован приточно-вытяжной вентиляцией, подведены водопроводная вода, очищенные от масел и загрязнений воздух или азот (баллонные или из магистрали воздушной).

В процессе контроля герметичности способами обдува или щупа на участке не должно быть сквозняков.

Выхлопные трубопроводы форвакуумных насосов должны быть выведены за пределы рабочего участка.

Запасные части приборов, приспособления и инструмент должны храниться в закрытых шкафах или стеллажах.

Все работы по контролю должны проводиться в спецодежде (халате или спецовке), а контроль жидкостными методами — в резиновых перчатках.

Участок для контроля должен иметь пожарный щит.

Освещенность помещения должна соответствовать принятым нормам освещенности производственных цехов промышленных предприятий.

Допускается проведение контроля на участках изготовления и монтажных площадках при соблюдении указанных требований и условий, требуемых для обеспечения работы аппаратуры и выполнения подготовки и контроля выбранным способом.

Библиография

[1] НП-089-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»

[2] Приказ Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2010 г. № 1/12-НПА «Аттестация испытательного оборудования. Методические рекомендации»

[3] Приказ Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

[4] Приказ Госкорпорации «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА «Об утверждении метрологических требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии»

УДК 620.179.1:006.354 ОКС 27.120

Ключевые слова: атомная энергия, контроль герметичности, методы контроля, унифицированные методики, испытание, класс герметичности, класс чувствительности, течь, пробное вещество, испытательное давление

БЗ 2—2018/20

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 05.02.2018. Подписано в печать 19.02.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 5,12. Уч.-изд. л. 4,63. Тираж 26 экз. Зак. 352.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru