

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
О ПОРЯДКЕ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕИСКАНИЕМ
ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СООРУЖЕНИЙ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ И ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ОПАСНЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

Москва
2011

В разработке настоящих методических рекомендаций принимали участие:
П.С. Сумкин, С.Г. Сажин, А.И. Евлампиев, П.Н. Шкатов, Н.Н. Коновалов,
В.П. Шевченко

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения.....	5
2.	Организация контроля.....	6
3.	Квалификация персонала.....	7
4.	Классификация и выбор систем контроля герметичности.....	7
5.	Средства контроля.....	8
6.	Газовые методы контроля течеисканием.....	8
6.1.	Требования по подготовке поверхности конструкций и их узлов, подлежащих контролю течеисканием газовыми методами.....	8
6.2.	Масс-спектрометрический метод.....	9
6.2.1.	Пороговая чувствительность гелиевых течеискателей и способов контроля.....	9
6.2.2.	Способ гелиевой (вакуумной) камеры.....	12
6.2.3.	Способ опрессовки гелием замкнутых оболочек.....	13
6.2.4.	Способ термовакуумных испытаний.....	14
6.2.5.	Способ гелиевого щупа с применением масс-спектрометрических течеискателей	14
6.2.6.	Способ обдува гелием.....	16
6.3.	Галогенный метод контроля течеисканием	18
6.3.1.	Способ галогенного атмосферного щупа.....	18
6.3.2.	Способ обдува с применением вакуумного преобразователя.....	20
6.4.	Звуко-резонансный и катарометрический методы контроля течеисканием. Способ атмосферного щупа.....	20
6.5.	Контроль течеисканием пузырьковым методом.....	22
6.5.1.	Пневматический способ надувом контрольного газа (способ обмыливания).....	22
6.5.2.	Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный способ).....	23
6.5.3.	Вакуумный пузырьковый способ.....	23
6.6.	Манометрический метод контроля течеисканием (способ контроля по падению давления).....	24
6.7.	Акустический метод контроля течеисканием	24
6.8.	Метод контроля течеисканием с применением сенсорных течеискательных элементов.....	25
7.	Жидкостные методы контроля течеисканием.....	25
7.1.	Требования по подготовке поверхности конструкций и их узлов, подлежащих контролю жидкостными методами.....	25
7.2.	Яркостный метод контроля течеисканием.....	26
7.2.1.	Способ опрессовки.....	26
7.2.2.	Яркостный капиллярный способ (метод керосиновой пробы).....	27
7.3.	Люминесцентный метод контроля течеисканием.....	28
7.3.1.	Люминесцентно-гидравлический способ.....	28
7.3.2.	Люминесцентно-гидравлический способ с индикаторным покрытием.....	30
7.3.3.	Люминесцентный капиллярный способ.....	31
8.	Оценка результатов контроля течеисканием.....	32
9.	Оформление результатов контроля течеисканием.....	32
10.	Требования безопасности.....	33
10.1.	Требования безопасности при проведении контроля течеисканием.....	33
10.2.	Требования безопасности при эксплуатации гелиевых, галогенных течеискателей и люминесцентной аппаратуры.....	35
10.3.	Требования безопасности при работе с баллонами, находящимися под давлением.....	35
10.4.	Требования безопасности при обращении с сосудами Дьюара и использовании	

	жидкого азота	36
10.5.	Требования безопасности при работе с механическими вакуумными насосами...	36
10.6.	Требования безопасности при проведении пневматических испытаний.....	37
10.7.	Требования безопасности при контроле гидравлическими способами и способом опрессовки.....	37
10.8.	Требования безопасности при контроле химическим методом.....	38
10.9.	Требования безопасности при контроле капиллярным способом.....	38
Приложение № 1.	Термины и их определения.....	40
Приложение № 2.	Перечень нормативных технических и методических документов, ссылки на которые приведены в настоящих методических рекомендациях.....	42
Приложение № 3.	Соотношения различных единиц измерения потока газа.....	44
Приложение № 4.	Отношение теплопроводности газов и паров к теплопроводности воздуха.....	45
Приложение № 5.	Скорость звука в некоторых газах и парах при давлении 98,1 кПа..	46
Приложение № 6.	Перечень основного оборудования, приборов и приспособлений, применяемых при контроле течеисканием.....	48
Приложение № 7.	Перечень материалов, применяемых при контроле течеисканием..	49
Приложение № 8.	Конструкция контрольной течи «КТ-1».....	50
Приложение № 9.	Методика определения пороговой чувствительности гелиевых течеискателей.....	52
Приложение № 10.	Методика определения пороговой чувствительности способов контроля гелиевыми течеискателями.....	54
Приложение № 11.	Оценка суммарного потока гелия.....	55
Приложение № 12.	Зависимость давления насыщенных паров «фреона-12» и «фреона-22» от температуры.....	56
Приложение № 13.	Рецептурный состав и порядок приготовления пенообразующих пленочных составов.....	57
Приложение № 14.	Рецептурный состав и порядок приготовления водного раствора аммониевой соли флуоресцеина с концентрацией 0,1%.....	59
Приложение № 15.	Порядок обесцвечивания люминесцентного раствора при помощи жидкой фазы суспензии хлорной извести и ее рецептурный состав	60
Приложение № 16.	Рецептурный состав и порядок приготовления индикаторных покрытий (массы и ленты).....	61
Приложение № 17.	Рецептурный состав и порядок приготовления индикаторного покрытия для способа керосиновой пробы.....	63
Приложение № 18.	Форма заключения о результатах контроля течеисканием.....	64
Приложение № 19.	Методы контроля течеисканием	65
Приложение № 20.	Классы герметичности и пороговые чувствительности систем контроля герметичности.....	71
Приложение № 21.	Время выдержки объекта контроля при контроле течеисканием люминесцентным капиллярным методом.....	73
Приложение № 22.	Перевод относительной влажности в абсолютную в зависимости от температуры воздуха при нормальном атмосферном давлении. Точки росы.....	74

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Методические рекомендации о порядке проведения контроля течеисканием технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах (далее – Методические рекомендации) разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. №30. Ст. 3588); постановлением Правительства Российской Федерации от 28.03.01 № 241 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 15. Ст. 3367); Порядком продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах, утвержденным приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.09 № 195, зарегистрированном в Министерстве юстиции Российской Федерации 28.09.09, регистрационный № 14894).

1.2. Методические рекомендации излагают организацию и технологию контроля течеисканием конструкций и деталей при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

1.3. Методические рекомендации предназначены для специалистов неразрушающего контроля предприятий и организаций, осуществляющих изготовление, строительство, монтаж, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию, техническое диагностирование (освидетельствование) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

1.4. В настоящем своде правил используются термины, установленные в федеральных нормах и правилах и руководящих документах Ростехнадзора, а также термины и их определения, приведенные в приложении №1.

1.5. Контроль течеисканием конструкций и деталей проводится в целях выявления течей (сквозных дефектов), обусловленных наличием трещин, прожогов, межкристаллитной коррозии, коррозионного растрескивания и т.п. в сварных и паяных соединениях, основных металлических, керамических и других материалах, а также определения места их расположения и величины.

1.6. Контроль течеисканием проводится перед всеми видами (методами) неразрушающего контроля, в составе средств контроля (или средств подготовки объекта к контролю) которых используются растворители, проникающие вещества, контактные жидкости и другие химические вещества. Если на поверхность объекта контроля (ОК) наносится любое покрытие, контроль течеисканием следует проводить перед указанной операцией.

1.7. Конструкции и детали, подлежащие контролю течеисканием, должны быть проверены визуальным контролем в соответствии с РД 03-606-03 и другой нормативно-технической документацией. Дефектные места отмечаются, ремонтируются и вновь контролируются.

1.8. Величина течи или суммарного натекания оценивается потоком воздуха через течь или все течи, имеющиеся в объекте контроля, при нормальных условиях

из атмосферы в вакуум. Соотношения единиц измерения потока приведены в приложении №3.

1.9. Контроль течеисканием основан на применении пробных веществ и регистрации их проникновения через течи в объекте контроля при помощи аппаратурных и не аппаратурных средств индикации пробного вещества.

1.10. В зависимости от свойств пробного вещества и принципов его индикации контроль течеисканием проводится газовыми или жидкостными методами, каждый из которых включает в себя ряд методов, различающихся технологией реализации данного принципа индикации пробного вещества. При этом в зависимости от применяемого метода при контроле течеисканием браковочным признаком является либо величина суммарного потока пробного вещества через все дефекты в объекте контроля, либо поток пробного вещества через локализованное место течи. Перечень применяемых методов контроля приведен в приложении №19.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ

2.1. Выполняющие контроль течеисканием лаборатории аттестуются в соответствии с Правилами аттестации и основными требованиями к лабораториям неразрушающего контроля (ПБ 03-372-00), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.00 № 29, зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации 25.07.00, регистрационный № 2324.

2.2. Участок проведения контроля течеисканием размещается в изолированном сухом отапливаемом помещении, стены и пол которого должны быть покрыты легко моющимися материалами, и оснащается:

- холодным и горячим водоснабжением;
- сжатым воздухом или азотом, поступающим через влагомаслоотделитель (баллонным или из магистрали воздушной);
- ваннами и приспособлениями для нанесения и смыва индикаторных составов и веществ, используемых для подготовки поверхности к контролю;
- поддонами для сбора воды и составов, используемых для контроля;
- приточно-вытяжной вентиляцией с кратностью воздухообмена не менее трехкратной;
- вытяжными зонтами над рабочими местами;
- грузоподъемными средствами при контроле крупногабаритных объектов контроля;
- пожарным щитом.

2.3. Места проведения контроля должны иметь как общее освещение, естественное или искусственное, так и местное, создаваемое переносными светильниками местного освещения.

2.4. При проведении контроля течеисканием освещенность в местах проведения контроля должна быть не менее 500 Лк (кроме случаев люминесцентного контроля).

2.4. При люминесцентном контроле следует использовать ультрафиолетовое излучение с длиной волны 280-400 нм, а также должна быть предусмотрена возможность затемнения места проведения контроля.

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

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

2.7. В процессе испытания способами обдува или щупа на участке не должно быть сквозняков.

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

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

2.10. Обслуживающий персонал должен обеспечиваться спецодеждой для проведения контроля, а также резиновыми перчатками при проведении контроля жидкостными методами.

2.11. Площадь рабочего участка должна обеспечиваться лесами, подмостями, люльками или передвижными вышками, обеспечивающими удобный доступ осуществляющего контроль персонала к контролируемой поверхности.

3. КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

3.1. Специалисты, осуществляющие контроль течеисканием, аттестуются в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля (ПБ 03-440-02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 № 3, зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации 17.04.02, регистрационный № 3378.

3.2. Руководитель работ по течеисканию должен иметь квалификацию не ниже II уровня в соответствии с ПБ 03-440-02.

3.3. Заключение о результатах контроля течеисканием подписывают специалисты неразрушающего контроля, имеющие квалификацию не ниже II уровня.

4. КЛАССИФИКАЦИЯ И ВЫБОР СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

4.1. Системы контроля герметичности по пороговой чувствительности разделяются на пять классов чувствительности и технологический класс (в котором чувствительность не нормируется), приведенные в приложении №20.

4.2. Класс герметичности устанавливается проектной (конструкторской) организацией в соответствии с настоящими Методическими рекомендациями в зависимости от назначения, условий работы ОК, нормы герметичности, контролепригодности и указывается в конструкторской документации.

4.3. Выбор конкретной системы контроля герметичности определяется назначенным классом герметичности, конструктивными и технологическими особенностями ОК, контролепригодностью а также технико-экономическими показателями контроля.

4.4. В соответствии с назначенным классом герметичности подготовка объекта контроля и контроль течеисканием проводится по технологии, указанной в технологической карте контроля. Все изменения от требований технологии должны быть согласованы с разработчиком ОК и должны оговариваться в производственно-технологической документации (ПТД).

5. СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ

5.1. При контроле течеисканием средства контроля выбираются в соответствии с приложениями №6 и №7. Допускается применение других отечественных и импортных средств контроля, удовлетворяющих требованиям настоящих Методических рекомендаций.

5.2. Параметры и технические характеристики применяемых средств контроля должны соответствовать паспортным значениям, стандартам и техническим условиям.

5.3. Метрологической поверке подлежат средства контроля, внесенные в государственный реестр средств измерений.

6. ГАЗОВЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕЙСКИЕМ

6.1. Требования по подготовке поверхности конструкций и их узлов, подлежащих контролю течеисканием газовыми методами

6.1.1. Поверхность конструкций и деталей, подлежащих контролю течеисканием, не должна иметь следов ржавчины, масла, эмульсии и других загрязнений.

6.1.2. Органические загрязнения с доступных участков поверхности объекта контроля удаляются промывкой органическими растворителями с последующей сушкой при температуре выше температуры кипения растворителя в течении не менее чем трех часов. При недоступных участках, объем заливаемого растворителя должен быть не менее 10% свободного объема ОК.

6.1.3. В качестве очищающих жидкостей используются растворители в следующей последовательности: бензин, ацетон, спирт. Допускается использовать эти жидкости по отдельности.

6.1.4. Допускается после очистки растворитель удалять из полости объекта контроля продувкой сухим чистым воздухом до полного удаления запаха растворителя.

6.1.5. 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 ОК.

6.1.6. При соответствующем указании в технологическом процессе качество очистки должно быть проконтролировано осмотром участка поверхности объекта контроля в лучах ультрафиолетового света, а при недоступности поверхности ОК для осмотра в лучах ультрафиолетового света - куска бязи после протирки им поверхности. Отсутствие светящихся пятен на контролируемой поверхности или куске бязи при освещении их ультрафиолетовым светом свидетельствует о качественной очистке поверхности.

6.1.7. Окончательную операцию подготовки - осушку поверхности объекта контроля и полостей возможных сквозных дефектов от влаги и других жидких сред - следует проводить непосредственно перед контролем течеисканием. После осушки в целях сохранения чистоты ОК работы проводятся в чистой спецодежде (халате или спецовке) и в перчатках из бельевой ткани.

6.1.8. В качестве нагревательных средств ОК используются электропечи, индукторы, калориферы, установки, стенды для пропаривания и т.п. Допускается нагревание ОК метод электросопротивления с применением переменного или постоянного тока.

6.1.9. В случае невозможности выполнения контроля течеисканием конструкций и их узлов непосредственно после осушки хранить осушенный ОК допускается не более 5 суток при следующих условиях:

- контролируемые участки должны быть защищены от попадания загрязнений и жидких сред защитными материалами;

- на поверхности ОК не должна конденсироваться влага атмосферного воздуха. Для предотвращения явления конденсации влаги (например, при внесении ОК в помещение, температура воздуха в котором выше температуры его поверхности, охлаждении ОК при подаче в него пробного газа из баллона, понижении температуры воздуха в помещении) необходимо принимать меры, руководствуясь соотношениями температуры окружающего воздуха, относительной и абсолютной влажности приведенными в приложении №22. Например, при относительной влажности воздуха 80% и температуре 20°C температура поверхности ОК не должна быть менее 17°C (выше точки росы);

- влажность воздуха в помещении для хранения осушенных ОК не должна превышать 80%.

6.1.10. При необходимости транспортирования ОК следует исключить возможность загрязнения и конденсации влаги на его поверхности.

6.2. Масс-спектрометрический метод

6.2.1. Пороговая чувствительность гелиевых течеискателей и способов контроля

6.2.1.1. При проведении контроля течеисканием с помощью масс-спектрометрических течеискателей, могут использоваться различные вакуумные схемы их включения (например, в режимах прямого потока, противотока и т.д.). В зависимости от выбранной вакуумной схемы обеспечивается различный уровень регистрации минимального потока пробного вещества (порога чувствительности течеискателя). Пороговая чувствительность гелиевых масс-спектрометрических течеискателей должна быть не хуже $1,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ ($1 \cdot 10^{-7} \text{ л} \cdot \text{мкм рт.ст./с}$).

Пороговая чувствительность системы контроля герметичности характеризуется минимальным потоком или количеством пробного вещества, который фиксируется в схеме проведения контроля.

6.2.1.2. Порог чувствительности гелиевых течеискателей определяется в начале каждой смены по методике, приведенной в приложении № 9.

6.2.1.3. Порог чувствительности системы контроля герметичности определяется вместе с определением порога чувствительности гелиевых течеискателей до и после испытания объекта контроля, или партии однотипных объектов контроля, по методике, приведенной в приложении №10.

6.2.1.4. Порог чувствительности способов вакуумной (гелиевой) камеры и термовакуумного способа (для масс-спектрометрических течеискателей) должна быть не хуже $6,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ ($5 \cdot 10^{-6} \text{ л} \cdot \text{мкм рт.ст./с}$), способов обдува гелием - не хуже $6,7 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ ($5 \cdot 10^{-5} \text{ л} \cdot \text{мкм рт.ст./с}$).

6.2.1.5. Если пороговая чувствительность способа контроля хуже значений, указанных в п. 6.2.1.4, то ОК (или партия ОК) должен подвергаться повторному контролю.

6.2.1.6. Признаком наличия сквозного дефекта является увеличение показаний детектора масс-спектрометрического течеискателя над средними фоновыми показаниями на величину, равную удвоенной разности максимального и минимального значений фона в схеме испытаний.

Примечания:

1. Проведение контроля с помощью масс-спектрометрических течеискателей обеспечивается следующими вакуумными схемами их включения:

- вакуумная схема масс-спектрометрического течеискателя, работающего в режиме прямого потока рис.1. В схеме поток газа от объекта контроля подается непосредственно в анализатор, который реагирует на парциальное давление гелия, зависящее от быстроты откачки высоковакуумного насоса;

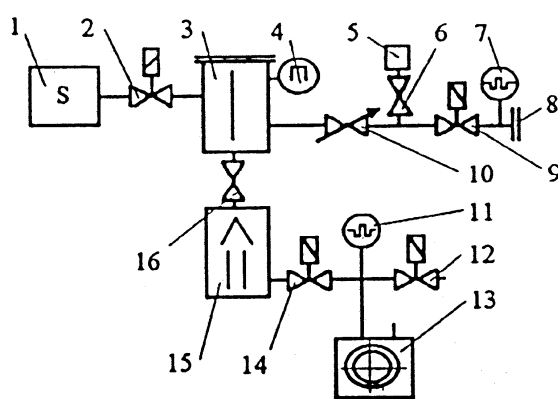


Рис. 1. Вакуумная схема масс-спектрометрического течеискателя, работающего в режиме прямого потока:

1 – масс-спектрометрический анализатор; 2 – клапан откачки анализатора; 3 – азотная ловушка; 4 – манометрический преобразователь; 5 – калиброванная течь; 6 – клапан течи; 7 – манометрический преобразователь; 8 – входной фланец; 9 – электромагнитный клапан; 10 – дросселирующий клапан; 11 – манометрический преобразователь; 12 – напускной клапан; 13 – механический насос; 14 – изолирующий клапан; 15 – пароструйный насос; 16 – дросселирующий клапан

- вакуумная схема масс-спектрометрического течеискателя, работающего в режиме противотока рис.2. В соответствии с этой схемой объект контроля (или щуп течеискателя) присоединяется на выхлоп высоковакуумного насоса;

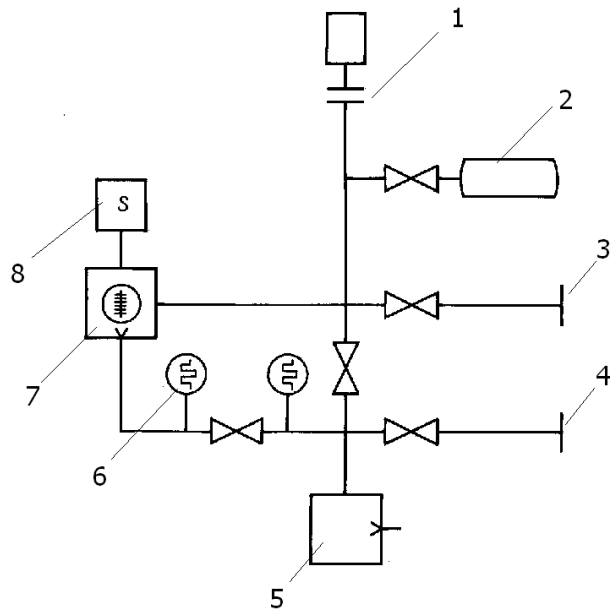
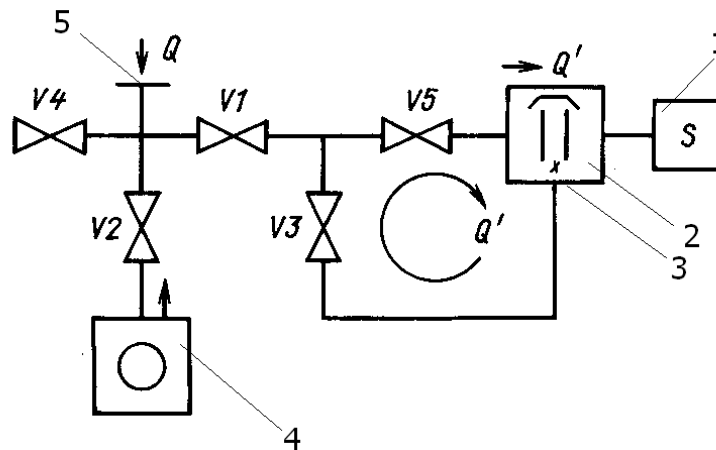


Рис. 2. Вакуумная схема течеискателя, работающего по схеме противотока:

1 и 4 – входные фланцы для присоединения ОК; 2 – калиброванная течь; 3 – вход для напуска воздуха; анализатор; 5 – механический форвакуумный насос; 6 – манометрические преобразователи; 7 – турбомолекулярный насос со средней точкой; 8 – анализатор

- вакуумная схема масс-спектрометрического течеискателя, работающего в режиме замкнутого контура рис.3. В соответствии с этой схемой происходит усиление потока, т.е. накопления пробного газа во время переходного режима.



- Рис. 3. Вакуумная схема масс-спектрометрического течеискателя, работающего по схеме замкнутого контура:

1 – масс-спектрометрический анализатор; 2 – диффузионный насос; 3 – выхлоп насоса; 4 – форвакуумный насос; 5 – входной фланец течеискателя; V1 – V4 – изолирующие клапаны; V5 – диафрагма или клапан

2. Наибольшая чувствительность обеспечивается схемой замкнутого контура при давлениях на входе < 1 Па, при более высоких давлениях характеристики этой схемы близки к характеристикам схемы противотока.

6.2.2. Способ гелиевой (вакуумной) камеры

6.2.2.1. Схема контроля способом вакуумной камеры приведена на рис. 4. Наличие течи в объекте контроля определяется по индикации гелия, поступающего в вакуумируемый объем, соединенный с течеискателем в результате перепада избыточного давления гелия в объекте контроля и разряжения создаваемого вакуумной системой течеискателя и системой вспомогательной откачки.

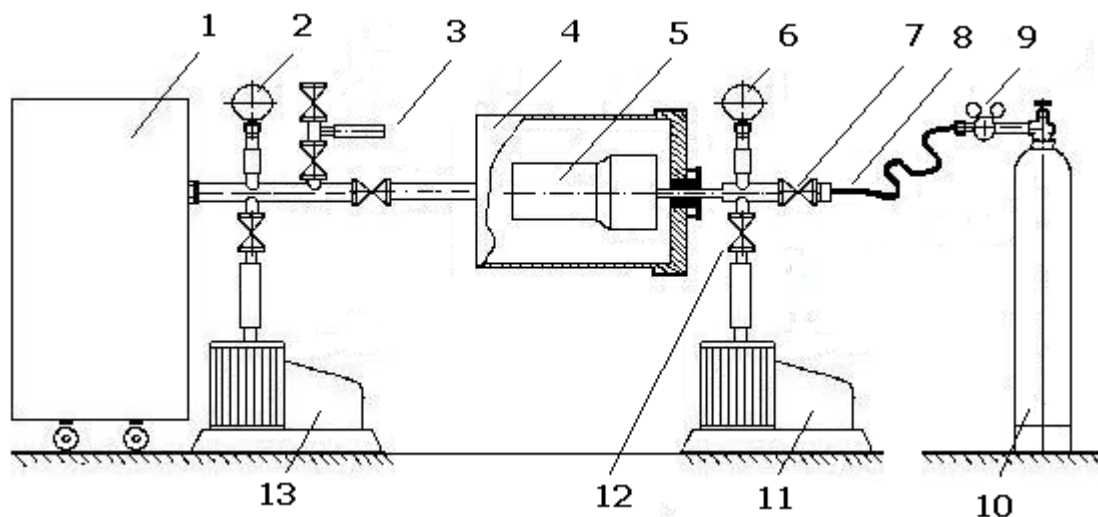


Рис. 4. Схема установки для контроля способом вакуумной камеры:

1 - гелиевый течеискатель; 2 - вакуумметр; 3 - калиброванная течь («Гелит»); 4 – камера; 5 – объект контроля; 6 – моновакуумметр; 7 - вакуумный клапан; 8 – газовый рукав высокого давления; 9 – редуктор; 10 - баллон с гелием; 11 - вакуумный насос; 12- вакуумный клапан; 13 - вакуумный насос

6.2.2.2. При проектировании и изготовлении гелиевой (вакуумной) камеры должны учитываться следующие требования:

- для ускорения откачки форма камеры рекомендуется цилиндрической (допускается изготовление камеры по конфигурации ОК);
- должна быть предусмотрена герметичность фланцевых соединений, а также герметичность места вывода из самой конструкции объекта контроля или технологического переходника от конструкции к баллону с гелием;
- допускается использование вакуумной замазки для дополнительной герметизации сварных швов фланцевых соединений.

6.2.2.3. Порядок проведения контроля:

- объект контроля подготавливается в соответствии с требованиями п. 6.1;
- объект контроля помещается в металлическую камеру, внутренняя поверхность которой предварительно очищается и просушивается;
- после уплотнения крышки камеры и установки манометра проводится откачка полости камеры до остаточного давления 7 - 8 Па [(5-6) • 10⁻² мм рт. ст.];
- перед заполнением объекта контроля гелием полость его предварительно откачивается до давления не выше 700-1400 Па [5-10 мм рт. ст.];

- в случае увеличения давления в камере масс-спектрометра (увеличения фонового сигнала) необходимо частично приоткрыть клапан системы вспомогательной откачки или прикрыть входной клапан течеискателя;

- в полость объекта контроля подается гелий или воздушно-гелиевая смесь в пропорциях, устанавливаемых технологической картой на контроль течеисканием;

- проводится выдержка объекта контроля под давлением.

6.2.2.4. Длительность выдержки объекта контроля под давлением должна быть при вакуумируемом объеме до $0,1 \text{ м}^3$ - не менее 5 мин, от $0,1$ до $0,5 \text{ м}^3$ - не менее 10 мин, свыше $0,5$ до $1,5 \text{ м}^3$ - не менее 15 мин, свыше $1,5$ до $3,5 \text{ м}^3$ не менее 20 мин, свыше $3,5$ - 40 мин.

6.2.2.5. Удалять гелий следует продувом полости ОК (камеры) сухим сжатым воздухом или ее откачкой.

Допускается сбор удаляемого гелия для использования при последующем контроле.

6.2.2.6. При необходимости контроля участка объекта контроля или отдельного сварного соединения, контролируемый участок или сварное соединение контролируется с применением локальной камеры.

Порядок контроля аналогичен указанному в п. 6.2.2.3.

Длительность выдержки под давлением устанавливается в зависимости от откачиваемого объема в соответствии с п. 6.2.2.4.

6.2.2.7. При контроле замыкающего сварного шва объекта контроля проводится вакуумирование объекта контроля и подача 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 п. 6.2.2.4.

6.2.2.8. Количественную оценку суммарного потока пробного вещества через течи в объекте контроля следует проводить по методике, изложенной в приложении № 11.

6.2.3. Способ опрессовки гелием замкнутых оболочек

6.2.3.1. При контроле способом опрессовки замкнутых оболочек ОК или замыкающего шва, ОК помещаются в специальную камеру, в которой создается давление гелия. При наличии течи в шве гелий проникает в замкнутый объем ОК. Далее проводится контроль ОК накоплением гелия в вакуумной камере, в которую помещается изделие.

6.2.3.2. Контроль течеисканием способом опрессовки замкнутых оболочек ОК или замыкающего сварного рекомендуется проводить для ОК, имеющих небольшие объемы (до 10 л).

6.2.3.3. Контроль должен проводиться в такой последовательности:

- объект контроля помещается в опрессовочную камеру и выдерживается под давлением гелия не менее 2-х часов;

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

- перед установкой ОК во внутреннюю полость вакуумной камеры, присоединенной к течеискателю, она откачивается вспомогательным насосом до

давления 1-7 Па [(1 - 5) • 10⁻² мм рт. ст.]. Фиксируют фоновые показания выходного прибора течеискателя с отключенным вспомогательным насосом;

- опрессованный гелием ОК (после его выдержки на воздухе) помещают в вакуумную камеру и откачивают камеру с ОК до давления не более 1 - 7 Па, отключают вспомогательный насос и накапливают гелий в камере в течение не менее 0,5 ч, после чего открывают входной клапан течеискателя и фиксируют показания течеискателя;

- увеличение показаний прибора над средними фоновыми показаниями на величину, равную удвоенной разности максимального и минимального значений фона является признаком течи в ОК или его замыкающем шве.

Примечание:

С целью исключения повышенного гелиевого фона в процессе испытаний запрещается использовать камеру, в которой проводилась опрессовка ОК гелием.

6.2.3.4. Длительность опрессовки ОК гелием должна быть при давлении 1•10⁶ Па [10 кгс/см²] не менее 120 ч, 2•10⁶ Па [20 кгс/см²] не менее 50 ч.

6.2.4. Способ термовакуумных испытаний

6.2.4.1. При контроле способом термовакуумных испытаний объект контроля нагревается в вакуумной камере до температуры 380 - 400°С при давлении внутри и снаружи ОК не выше 0,1 Па (10⁻³ мм рт.ст.), а затем контролируется при подаче гелия в нагретый ОК или в камеру, в которую он помещен.

6.2.4.2. Порядок проведения контроля:

- ОК подготавливается к контролю в соответствии с п. 6.1.;
- ОК помещается в металлическую камеру;
- камера и внутренняя полость ОК вакуумируются до давления не выше 0,1 Па [10⁻³ мм рт. ст.];
- ОК нагревается в печах или нагревательными устройствами до температуры 380 - 400°С и выдерживается при этой температуре в течение 3 - 5 мин. Температура разогрева определяется требованием постоянного поддержания давления в камере и ОК не выше 0,1 Па [10⁻³ мм рт. ст.];
- открывается входной клапан течеискателя при одновременном отключении насосной группы камеры (или ОК);
- фиксируются установившиеся фоновые показания течеискателя;
- в ОК (или камеру) подается гелий до требуемого давления;
- ОК (камера) выдерживается под давлением, при этом фиксируются показания течеискателя. Длительность выдержки выбирается в соответствии с п. 6.2.3.4;
- после охлаждения до температуры не выше 50°С камера открывается.

6.2.5. Способ гелиевого щупа с применением масс-спектрометрических течеискателей

6.2.5.1. При контроле способом гелиевого щупа объект контроля заполняется гелием или гелиево-воздушной смесью до давления выше атмосферного, после чего наружная поверхность ОК контролируется специальным щупом, соединенным с детектором течеискателя. В результате перепада давления гелий проникает через имеющийся сквозной дефект и в месте течи улавливается щупом и индицируется

детектором течеискателя. Калибровка системы контроля герметичности осуществляется с помощью контрольной течи «КТ-1» (или другого калиброванного источника контрольного газа), конструкция контрольной течи приведена в приложении № 8.

Схема контроля способом гелиевого щупа приведена на рис. 5.

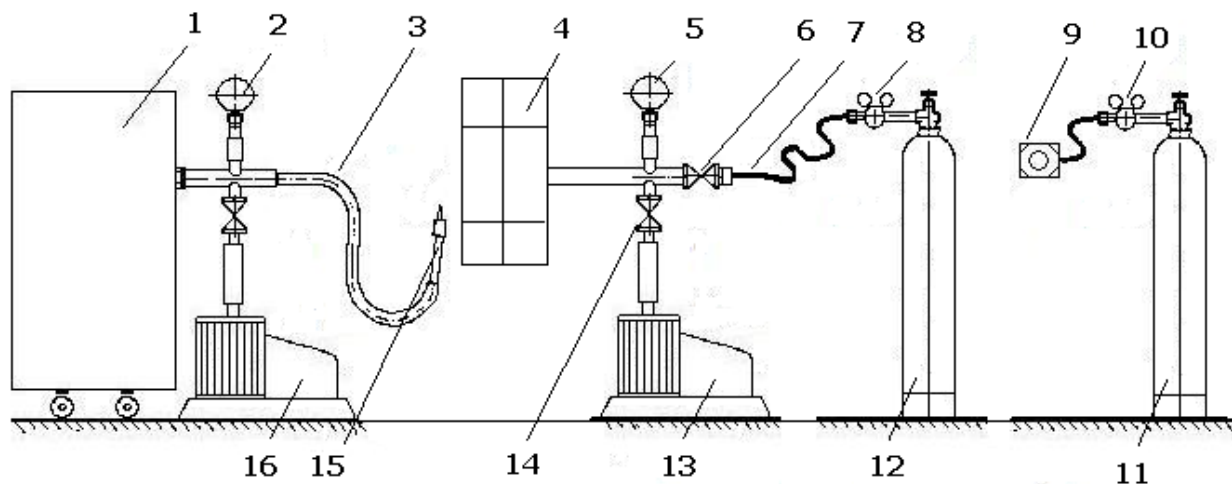


Рис. 5. Схема установки для контроля способом щупа:

1 - гелиевый течеискатель; 2 – вакуумметр; 3 - вакуумный шланг; 4 - объект контроля; 5 – моновакуумметр; 6 – газовый клапан; 7 – газовый рукав высокого давления; 8 – редуктор; 9 – контрольная течь («КТ-1»); 10- редуктор; 11-баллон с гелием; 12-баллон с гелием; 13-вакуумный насос с вакуумным клапаном; 14- вакуумный клапан; 15-щуп течеискателя; 16-вакуумный насос

6.2.5.2. При контроле способом щупа с использованием масс-спектрометрического детектора используются регулируемые щупы-улавливатели. Расстояние от контролируемой поверхности до щупа течеискателя должно быть не более 5 мм. Возможными вариантами конструкторского исполнения могут быть щупы-улавливатели “с газовой завесой”, обеспечивающий низкий уровень фона, или капиллярные щупы с накоплением контрольного газа утечки в пористом материале с избирательной диффузией.

6.2.5.3. К установке для контроля способом гелиевого щупа предъявляются следующие требования:

- в случае применения шланга из вакуумной резины для присоединения щупа к течеискателю шланг для уменьшения газоотделения должен быть промыт раствором щелочи (15%), чистой проточной водой, дистиллированной водой и осушен спиртом - ректификатом. Наружная поверхность шланга должна протираться касторовым маслом;

- длина магистрали, соединяющей щуп с течеискателем, должна быть минимально возможной;

6.2.5.4. Контроль следует проводить в такой последовательности:

- при закрытом щупе 15 (см. рис. 5) проводится откачка шланга 3 вакуумным насосом 16 в течение 15 - 20 мин;

- щуп регулируется так, чтобы при совместной работе вспомогательного вакуумного насоса и насосов течеискателя остаточное давление, измеряемое вакууметром 2, установленным у фланца течеискателя, было равно 25 - 30 Па [(1,8-

2,2) $\cdot 10^{-1}$ мм рт. ст.]. Регулировка рабочего давления в шланге, соединяющем щуп с течеискателем, должно проводиться одновременно регулировкой щупа и входного клапана течеискателя;

- в качестве вспомогательного должен использоваться насос со скоростью откачки 1 - 3 л/с. Если используется насос с большей скоростью откачки, следует прикрывать клапан вакуумного насоса 16, обеспечивая соответствующую скорость откачки;

- порог чувствительности определяется поднесением щупа к выходному отверстию течи «КТ-1» (или другого калиброванного источника контрольного газа), и фиксированием показаний течеискателя в статическом режиме (не менее 15 секунд), расстояние от щупа до выходного отверстия течи не должно превышать 5 мм;

- подготовленный к контролю ОК после глушения отверстий и фланцевых выходов откачивается до давления не выше 700 - 1400 Па (5-10 мм рт. ст.);

- после чего осуществляется подача гелия или гелиево-воздушной смеси (не менее 50% гелия) в изделие до необходимого при испытаниях избыточного давления.

Примечания:

1. В случае невозможности предварительной откачки трубопроводов или ОК камерного типа допускается проводить продув полости гелием до появления его на выходе трубопровода или ОК. Появление гелия фиксируется щупом по повышению показаний прибора над фоновым на величину фона и выше.

2. Для получения концентрации гелия не менее 60% под давлением 0,1 МПа [1 кгс/см^2] после продува полости гелием в ОК или трубопровод подают гелий до давления 0,1 МПа [1 кгс/см^2]. 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, исключаящими возможность продувки, время выдержки для достижения необходимой концентрации гелия определяется экспериментально в каждом конкретном случае на стенде-имитаторе.

6.2.5.5. Контроль осуществляется перемещением щупа по поверхности ОК с постоянной скоростью, равной 0,10 - 0,15 м/мин:

- при движении щуп должен находиться на удалении не более 5 мм от контролируемой поверхности. Удаление щупа от контролируемой поверхности более чем на 5 мм снижает выявляемость дефектов в 10 - 15 раз;

- контроль следует начинать с нижних участков изделия с постепенным переходом к верхним.

6.2.6. Способ обдува гелием

6.2.6.1. При контроле способом обдува гелием ОК подключается к масс-спектрометрическому течеискателю, вакуумируется до давления, позволяющего полностью открыть входной клапан течеискателя, после чего наружная поверхность изделия обдувается струей гелия. Испытания эффективнее проводить в режиме противотока.

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

Схема контроля способом обдува приведена на рис. 6.

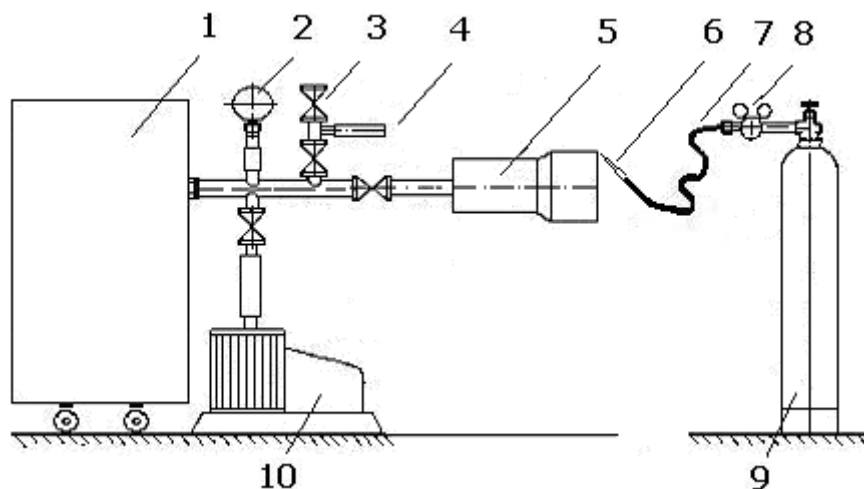


Рис. 6. Схема установки для контроля способом обдува:

1 - гелиевый течеискатель; 2 - вакуумметр; 3 - вакуумный клапан; 4 - гелиевая течь; 5 - объект контроля; 6 - обдуватель; 7 - газовый рукав высокого давления; 8 - редуктор; 9 - баллон с гелием; 10 - вакуумный насос

6.2.6.2. Контроль должен проводиться в такой последовательности:

- подготовленный в соответствии с требованиями п. 6.1. ОК вакуумируется до давления 7 - 8 Па $[(5 - 6) \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст.];

- при открытом на ОК входном клапане течеискателя отключается система вспомогательной откачки и проводится обдувание гелием наружной поверхности ОК. Если невозможно поддерживать требуемое давление в камере масс-спектрометра при отключенной системе вспомогательной откачки, разрешается проводить контроль при не полностью перекрытом или открытом клапане системы вспомогательной откачки, при этом определять чувствительность по приложению 7 следует при том же положении клапана;

- 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 рекомендуется 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 (≈ 1 мм³/с), и точно определить место сквозного дефекта. Скорость перемещения обдувателя по контролируемой поверхности составляет 0,10-0,15 м/мин; при контроле изделий большого объема и протяженности следует, учитывая время запаздывания сигнала, уменьшить скорость обдува;

- при наличии больших сквозных дефектов и невозможности достижения требуемого вакуума в ОК для полного открытия входного клапана течеискателя при отключенной системе вспомогательной откачки сквозные дефекты отыскивать при включенной системе вспомогательной откачки. После обнаружения больших

сквозных дефектов и их устранения проводится повторный контроль с целью нахождения дефектов с малой величиной натекания.

6.2.6.3. С целью контроля всей поверхности ОК или части его в отдельных случаях контролируемую поверхность закрывают мягким чехлом. Под чехол подают гелий в количестве, примерно равном объему пространства под чехлом. Длительность выдержки изделия под чехлом составляет 5- 6 мин.

6.2.6.4. Способ обдува допускается применять для контроля незамкнутых элементов конструкций. Для его осуществления следует использовать вакуумные камеры-присоски, накладываемые или закрепляемые на контролируемой поверхности со стороны, противоположной обдуваемой. Режимы испытания указаны в п. 6.2.6.2.

6.3. Галогенный метод контроля течеисканием

6.3.1. Способ галогенного атмосферного шупа

6.3.1.1. Настройку галогенных течеискателей, определение и проверку пороговой чувствительности следует проводить по калиброванным течам («Галот-1», «КТ-2» (с селективной к контрольному газу проницаемой мембраной, или другим калиброванным источникам контрольных газов) в соответствии с классом контроля герметичности, техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора завода-изготовителя).

6.3.1.2. В качестве контрольных газов наиболее часто используют галогензамещенные углеводороды - фреон-12 (хладон-12 (CF_2Cl_2)), фреон-13 (хладон-13 (CF_3Cl)) и фреон-22 (хладон-22 (CHF_2Cl)), а также гексафторид серы (элегаз (SF_6)).

6.3.1.3. При контроле течеисканием способом галогенного атмосферного шупа ОК, предварительно отвакуумированный, наполняется контрольным газом или смесью его с воздухом до давления выше атмосферного. В результате перепада давлений контрольный газ проникает через сквозные дефекты, улавливается шупом течеискателя и индицируется детектором течеискателя.

6.3.1.4. Схема установки для контроля способом галогенного шупа приведена на рис. 7.

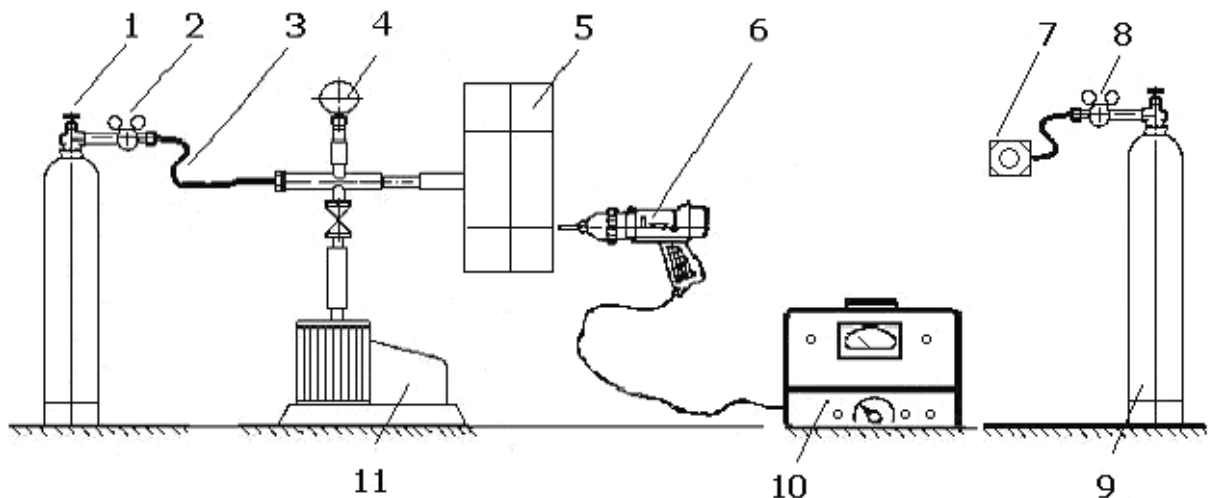


Рис. 7. Схема установки для контроля способом галогенного шупа:

1 - баллон с контрольным газом; 2 – редуктор; 3 – газовый рукав высокого давления; 4 - мановакуумметр; 5 – объект контроля; 6 - выносной щуп течеискателя; 7- контрольная течь (используется, если нет встроенной в регистрирующий блок); 8- редуктор измерительный блок течеискателя; 9 – баллон с контрольным газом; 10- измерительный блок течеискателя; 11 - вакуумный насос

Установка для нагнетания контрольного газа в ОК должна быть проверена течеисканием галогенным течеискателем при давлении насыщенных паров контрольного газа при температуре испытаний.

6.3.1.5. Порядок проведения контроля:

- после глушения отверстий и фланцевых выходов проходными и глухими заглушками ОК откачивается до остаточного давления не выше 700 - 1400 Па (5 - 10 мм рт. ст.);

- перекрытием клапана вакуумный насос отключается, и контрольная среда подается в ОК до необходимого при испытании избыточного давления;

- в случае невозможности предварительной откачки трубопроводов допускается вытеснение воздуха контрольной средой с фиксацией ее наличия на удаленном конце трубопровода галогенным течеискателем. Далее контрольная среда нагнетается в трубопровод для обеспечения концентрации в трубопроводе не менее 50%;

- для ОК камерного типа допускается нагнетание контрольной среды без откачки ОК при условии обеспечения равномерной концентрации в ОК не менее 50%;

- контроль осуществляется перемещением 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 резко снижает выявляемость дефектов;

- контроль следует начинать с верхних участков ОК с постепенным переходом к нижним.

6.3.1.6. Режимы контроля галогенными течеискателями:

- скорость перемещения щупа по поверхности ОК не должна превышать 0,10 - 0,15 м/мин;

- давление фреона-12, фреона-13 или фреона-22 должно соответствовать указаниям рабочих чертежей или технологической карты на контроль. Давление фреона в ОК должно быть ниже давления его насыщенных паров.

6.3.1.7. После проведения контроля фреон должен быть удален из конструкции ОК за пределы рабочего помещения откачкой до остаточного давления 130 - 650 Па (1 - 5 мм рт. ст.). После этого должны быть проведены напуск воздуха в ОК и повторная откачка до того же давления.

6.3.1.8. При щуповых испытаниях возможна реализация способа накопления при атмосферном давлении: ОК размещается в камере (чехле) регистрируется исходный сигнал, и через определенное время сигнал накопления, увеличение сигнала свидетельствует о наличие течи.

Примечания:

1. Давление насыщенных паров фреона-12 (хладона-12) и фреона-22 (хладона-22) в зависимости от температуры приведено в приложении 10.

2. Двукратная откачка ОК до остаточного давления 130 - 650 Па гарантирует остаточное содержание фреона-12 не более 0,01 мг/л, а фреона-22 - не более 0,006 мг/л.

6.3.2. Способ обдува с применением вакуумного преобразователя

6.3.2.1. При контроле способом обдува вакуумный преобразователь устанавливается на стороне высокого вакуума или в форвакуумной магистрали вакуумной установки (установка на стороне высокого вакуума предпочтительнее).

6.3.2.2. При установке преобразователя в форвакуумной магистрали во избежание загрязнения и замасливания чувствительного элемента преобразователь устанавливается в обводной линии, параллельной основной магистрали (байпас).

6.3.2.3. Контроль производится в следующей последовательности:

- вакуумная система откачивается до номинального давления (при установке преобразователя в форвакуумной магистрали откачку следует производить по линии, не содержащей преобразователь);

- по достижении номинального давления включается течеискатель и выводится на рабочий режим (при расположении преобразователя в форвакуумной магистрали предварительно подключается обводная линия (байпас)), после чего производится обдув системы фреоново-воздушной смесью;

- во избежание «отравления» чувствительного элемента преобразователя и возможной загазованности помещения концентрация фреона в смеси должна быть не более 0,1-10 %;

- увеличение показаний течеискателя над средними фоновыми показаниями на величину, равную удвоенной разности максимального и минимального значений фона, является признаком течи в системе;

- обдув ОК следует начинать с нижних участков, постепенно переходя к верхним, скорость перемещения обдувателя не должна превышать 0,15 м/мин.

6.4. Звуко-резонансный и катарометрический методы контроля течеисканием. Способ атмосферного щупа

6.4.1. Настройку, определение и проверку пороговой чувствительности звуко-резонансных и катарометрических течеискателей следует проводить по калиброванным течам («КТ-1», или другим калиброванным источникам контрольных газов) в соответствии с классом контроля герметичности, техническим описанием и инструкцией по эксплуатации приборов завода-изготовителя.

6.4.2. В качестве контрольных газов наиболее часто используют гелий, или другой газ с максимально отличной от воздуха скоростью распространения звуковых колебаний или теплопроводностью. Перечень скоростей звука и теплопроводностей газов приведен в приложении №4 и приложении №5.

6.4.2. При контроле течеисканием способом атмосферного щупа ОК, предварительно отвакуумированный, наполняется контрольным газом или смесью его с воздухом до давления выше атмосферного. В результате перепада давлений контрольный газ проникает через сквозные дефекты, улавливается щупом течеискателя и индицируется детектором течеискателя.

6.4.3. Схема установки для контроля способом атмосферного щупа приведена на рис. 7.

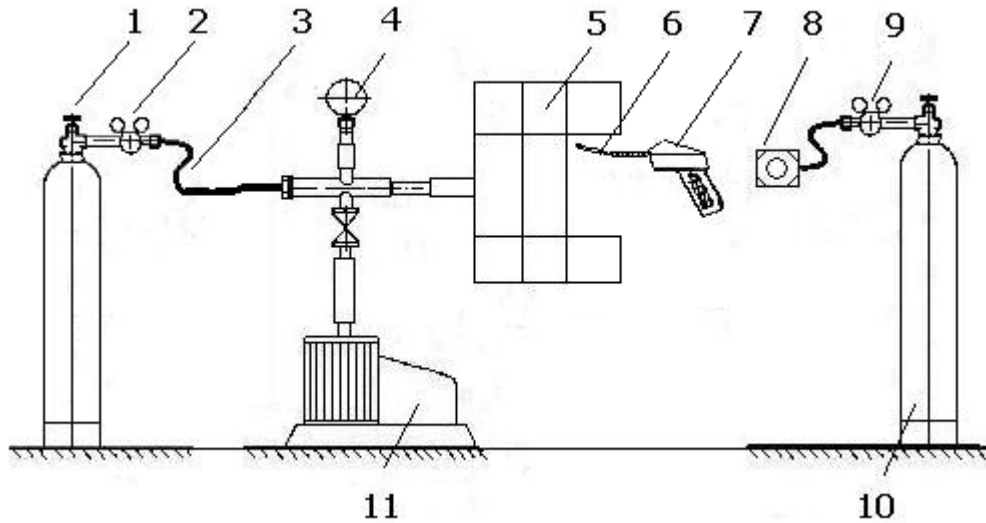


Рис. 7. Схема установки для контроля способом атмосферного щупа с помощью звуко-резонансного течеискателя:

1 - баллон с контрольной средой; 2 – редуктор; 3 – газовый рукав высокого давления; 4 - мановакуумметр; 5 – объект контроля; 6 – гибкий щуп течеискателя для труднодоступных мест; 7 - звуко-резонансный течеискатель; 8 – контрольная течь; 9 – редуктор; 10 - баллон с контрольной средой; 11 - вакуумный насос

6.4.4. Порядок проведения контроля:

- после глушения отверстий и фланцевых выходов проходными и глухими заглушками ОК откачивается до остаточного давления не выше 700 - 1400 Па (5 - 10 мм рт. ст.);

- перекрытием клапана вакуумный насос отключается, и контрольная среда подается в ОК до необходимого при испытании избыточного давления;

- в случае невозможности предварительной откачки трубопроводов допускается вытеснение воздуха контрольной средой с фиксацией наличия контрольной среды на удаленном конце трубопровода. Далее контрольная среда нагнетается в трубопровод для обеспечения концентрации в трубопроводе не менее 50%;

- для ОК камерного типа допускается нагнетание контрольной среды без откачки ОК при условии обеспечения концентрации в изделии не менее 50%;

- контроль осуществляется перемещением щупа по поверхности ОК с постоянной скоростью;

- при движении щупа должен находиться на минимально возможном расстоянии от поверхности. Удаление щупа от контролируемой поверхности на 5 мм снижает выявляемость дефектов в 10 - 15 раз;

- при использовании гелия или его смесей с воздухом в качестве контрольной среды, контроль следует начинать с нижних участков ОК с постепенным переходом к верхним.

6.4.5. Скорость перемещения щупа по поверхности ОК не должна превышать 0,10 - 0,15 м/мин.

6.4.6. После проведения контроля контрольный газ должен быть удален из конструкции ОК за пределы рабочего помещения откачкой до остаточного давления 130 - 650 Па (1 - 5 мм рт. ст.). После этого должны быть проведены напуск воздуха в ОК и повторная откачка до того же давления.

Примечание:

Применение звуко-резонансного метода контроля течеисканием имеет преимущество по сравнению с катарометрическим за счет дополнительного анализируемого параметра – коэффициента затухания звуковых колебаний, что дает селективную оценку индикации контрольного газа.

6.5. Контроль течеисканием пузырьковым методом

6.5.1. Пневматический способ надувом контрольного газа (способ обмыливания)

6.5.1.1. При контроле пневматическим способом надувом контрольного газа ОК заполняется пробным газом под избыточным давлением. На наружную поверхность ОК наносится пенообразующий пленочный состав (ППС). Пробный газ в местах течей вызывает образование пузырей в пенообразующем пленочном составе (пузыри или разрывы мыльной пленки при применении мыльной эмульсии; пенные коконы или разрывы пленки при применении полимерного состава).

6.5.1.2. Порядок проведения контроля:

- в ОК создается избыточное давление пробного газа величиной 10-15% от требуемого;

- производится проверка работоспособности дефектоскопических материалов по контрольной течи «КТ-1», откалиброванной на микро-поток контрольного газа согласно классу контроля герметичности, или по другому калиброванному источнику микропотока пробного газа.

- мягкой волосяной кистью или краскораспылителем на контролируемую поверхность наносится пенообразующий пленочный состав и осуществляется визуальное наблюдение;

- затем давление поднимается до требуемого.

Примечание:

Компоненты пенообразующих пленочных составов приведены в приложении №13.

6.5.1.3. Время наблюдения за состоянием поверхности ОК после нанесения ППС должно составлять не более 2 - 3 мин.

6.5.1.4. При нанесении ППС для выявления больших дефектов (более $1 \cdot 10^{-4}$ м³ Па/с) осмотр следует проводить непосредственно после нанесения полимерного состава. Для выявления малых дефектов время осмотра должно быть не менее 20 минут с момента нанесения состава. Пенные коконы сохраняются в течение суток.

6.5.1.5. Особое внимание поверхности ОК следует уделять в момент нанесения ППС, так как поток контрольного газа выходящего через крупные течи может сдуть ППС с контролируемой поверхности;

6.5.1.6. После проведения испытаний давление в ОК должно быть снижено до 10-15% от испытательного, затем давление должно быть снижено до атмосферного.

6.5.2. Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный способ)

6.5.2.1. При контроле способом опрессовки с погружением в жидкость, объект контроля, заполненный газом под избыточным давлением, погружают в жидкость. Газ, выходящий в местах течей из ОК, вызывает образование пузырей в жидкости.

6.5.2.2. Контроль осуществляется в такой последовательности:

- ОК помещается в емкость;
- в ОК создается испытательное давление пробного газа;
- в емкость заливается жидкость до уровня не менее 100 - 150 мм над контролируемой поверхностью.

6.5.2.3. Признаком течи в ОК является образование всплывающих к поверхности жидкости пузырьков контрольного газа, периодически образующихся в точке сквозного дефекта поверхности ОК, или строчки пузырьков.

6.5.2.4. Скорость роста пузырьков во времени определяет браковочный уровень, согласно класса герметичности.

6.5.3. Вакуумный пузырьковый способ

6.5.3.1. При контроле вакуумным пузырьковым способом, на контролируемый участок, предварительно смоченный пенообразующим пленочным составом, устанавливается камера, в которой создается вакуум. В местах течей образуются пузыри, коконы или разрывы пленки, видимые через прозрачный верх камеры.

6.5.3.2. Вакуум-камера может иметь различную форму в зависимости от конструкции контролируемого изделия и вида сварного соединения. Для стыковых сварных соединений листовых конструкций изготавливаются 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 рис. 8.

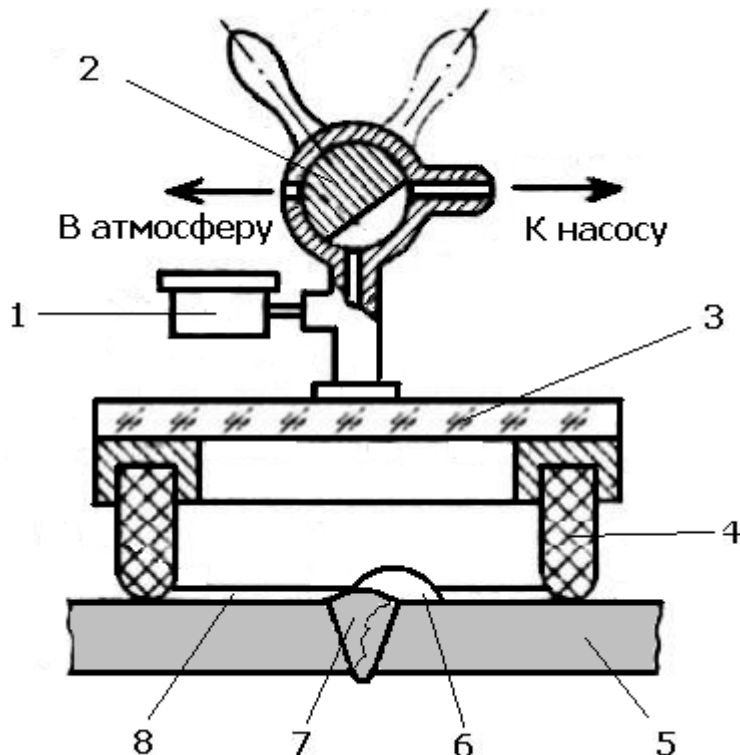


Рис. 8. Схема вакуум-камеры для контроля течеисканием:

1 – вакуумметр; 2 – вакуумный кран; 3 – окно вакуумной камеры; 4 – резиновое уплотнение; 5 – объект контроля; 6 – пузырь в месте сквозного дефекта; 7- сварной шов со сквозным дефектом; 8- пенообразующий состав

6.5.3.3. Контроль осуществляется в последовательности:

- на контролируемый участок незамкнутой конструкции ОК наносится пенообразующий пленочный состав;

- на контролируемый участок устанавливается вакуумная камера;

- в вакуумной камере создается давление $2,5 - 3 \cdot 10^4$ Па [180 - 200 мм рт. ст.];

- время с момента нанесения состава до момента осмотра не должно превышать 10 мин;

- визуальный осмотр контролируемого участка осуществляется через прозрачный верх камеры.

Примечания:

1. В случае применения при контроле полимерного состава картина дефектов сохраняется в течение нескольких часов.

2. Для обеспечения полного контроля всего сварного соединения вакуум-камера должна устанавливаться так, чтобы она не менее чем на 100 мм перекрывала предыдущий проконтролированный участок шва.

6.6. Манометрический метод контроля течеисканием (способ по падению давления)

6.6.1. При контроле манометрическим методом ОК заполняют пробным газом под давлением выше атмосферного и выдерживают в течение определенного времени.

6.6.2. Давление и время опрессовки устанавливаются техническими условиями на ОК или конструкторской (проектной) документацией.

6.6.3. ОК считают герметичным, если падение давления пробного газа во время выдержки под давлением не превысит норм, установленных техническими условиями или конструкторской (проектной) документацией.

6.6.4. Давление газа измеряют манометрами класса точности 1,5 - 2,5 с пределом измерения на 1/3 больше давления опрессовки. На подводщем газовом узле должен быть установлен запорный кран для регулирования подачи газа.

6.6.5. Количественная оценка общей негерметичности проводится по формуле

$$Q = V \frac{\Delta P}{t} \quad (1),$$

где

V - внутренний объем ОК и элементов испытательной системы, м³ ;

ΔP - изменение давления пробного газа за время опрессовки, Па;

t - время опрессовки, с.

6.7. Акустический метод контроля течеисканием

6.7.1. При контроле течеисканием акустическим методом ОК наполняются контрольным газом (или жидкостью) до давления выше атмосферного. В

результате перепада давления контрольный газ (или жидкость) вытекающий через сквозные дефекты генерирует ультразвуковые колебания, которые регистрируются приемным устройством течеискателя (микрофоном).

6.7.2. Выдача заключения о результатах контроля при проведении контроля течеисканием с использованием акустических течеискателей не допускается.

Примечание:

Допускается использование генератора ультразвуковых колебаний, который помещается в контролируемый объем (без заполнения контрольной средой ОК). Контроль при этом осуществляется перемещением щупа течеискателя (микрофона) по поверхности ОК со скоростью 0,1-0,15 м/с.

6.8. Метод контроля течеисканием с применением сенсорных течеискательных элементов

6.8.1. Использование течеискательного оборудования с применением сенсорных чувствительных элементов при проведении контроля течеисканием, допустимо только как дополнительного оборудования, при обязательном наличии калиброванных источников микро-потоков контрольного газа (контрольных течей), на пик которых настроен данный сенсорный элемент, а также при обязательном наличии поверки чувствительных элементов завода изготовителя (или аккредитованных организаций). Выдача заключения о результатах контроля при проведении контроля течеисканием с применением сенсорных чувствительных элементов не допускается.

7. ЖИДКОСТНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕЙ

7.1. Требования по подготовке поверхности конструкций и их узлов, подлежащих контролю жидкостными методами

7.1.1. Перед проведением контроля течеисканием жидкостными методами с поверхности ОК должны быть удалены ржавчина, окалина, шлак.

7.1.2. Поверхность ОК должна быть очищена от эмульсий, масла и других органических соединений протиркой бязью, смоченной ацетоном, бензином, спиртом или водными очистителями с добавлением поверхностно-активных веществ.

Примечание:

Водный очиститель готовится путем растворения в 1 л воды 10 г порошкообразного (жидкого) моющего средства без оптического отбеливателя.

7.1.3. Чистота поверхности перед проведением контроля течеисканием определяется по отсутствию светящихся в ультрафиолетовом свете пятен или точек, а при осмотре недоступной части контролируемой поверхности определяется с помощью зеркала.

7.1.4. При недоступности поверхности ОК или его части для осмотра в лучах ультрафиолетового света качество очистки осуществляется осмотром в лучах ультрафиолетового света куска бязи после протирки им недоступной части ОК.

Отсутствие светящихся пятен на куске бязи при освещении их ультрафиолетовым светом свидетельствует о качественной очистке.

7.2. Яркостный метод контроля течеисканием

7.2.1. Способ опрессовки

7.2.1.1. При контроле течеисканием способом опрессовки ОК выдерживается под давлением контрольной жидкости с последующим осмотром поверхности ОК. Места расположения дефектов устанавливается визуально по появлению струй, капель и потеков воды.

7.2.1.2. Принципиальная схема установки для испытаний способом опрессовки приведена на рис. 9.

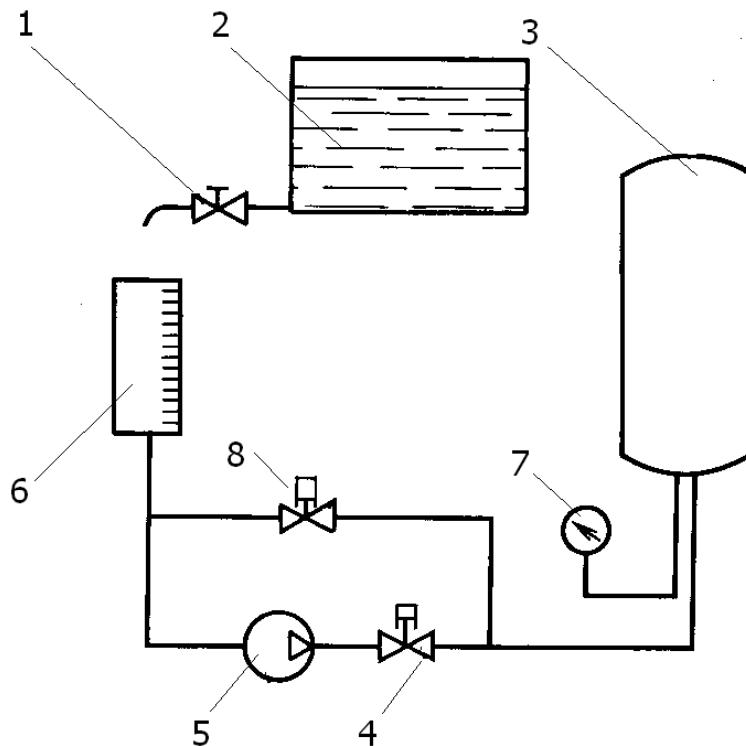


Рис. 9. Принципиальная схема установки для испытаний способом опрессовки:

1 – вентиль; 2 – технологическая емкость с жидкостью; 3- объект контроля; 4 – пневмоклапан (нормально закрыт); 5 – гидронасос; 6 – мерник; 7 – манометр; 8 – пневмоклапан (нормально закрыт)

7.2.1.3. Порядок проведения контроля:

- поверхность ОК подготавливается в соответствии с требованиями п. 7.1.;
- проводят предварительную опрессовку гидравлической системы стенда, с последующим удалением следов контрольной жидкости с поверхности ОК и технологической оснастки. Предварительную опрессовку рекомендуется проводить давлением $p_{\text{пред. опр}} = (0,1 - 0,2) p_{\text{исп}}$, но $\leq 30 \text{ кгс/см}^2$, время выдержки 5-10 мин.;
- плавно повышают давление жидкости до давления $p_{\text{исп}}$, под которым ОК выдерживают, время выдержки и скорость повышения давления устанавливаются НТД (конструкторской документацией);
- снижают давление до давления осмотра $p_{\text{осм}}$ и осматривают объект с целью

обнаружения следов жидкости на его поверхности. Течи, потеки жидкости на стенках и сварных швах свидетельствуют о негерметичности ОК;

- стравливают давление жидкости в ОК, сливают жидкость, ОК продувают сухим сжатым воздухом и сушат в соответствии с требованиями производственно-нормативной документации (ПТД).

Примечания:

1. Использовать для создания давления жидкости в ОК газовых баллонов и газовых насосов – запрещено.

2. Скорость нагружения ОК при гидравлических испытаниях должна быть такой, чтобы исключить гидроудары.

3. При испытании ОК больших объемов рекомендуется применять два гидронасоса, один из которых способен обеспечивать быстрое заполнение объекта, а другой – создавать необходимое избыточное давление.

7.2.2. Яркостный капиллярный способ (метод керосиновой пробы)

7.2.2.1. При контроле течеисканием яркостным капиллярным способом на контролируемую поверхность с одной стороны наносят тонкий слой индикаторного покрытия и после его высыхания с противоположной стороны подают (наносят) контрольную жидкость. Контрольная жидкость под действием капиллярных сил проникает через сквозные дефекты ОК и, соприкасаясь с индикаторным покрытием, образует на нем контрастные пятна, по наличию которых судят о местах расположения течей.

7.2.2.2. Поверхность ОК подготавливается в соответствии с требованиями п. 7.1.

7.2.2.3. Наиболее часто в качестве проникающего вещества используется керосин (керосиновая проба), а в качестве индикаторного покрытия используется меловая обмазка (белого цвета). Состав меловой обмазки и порядок ее приготовления приведены в приложении № 17.

7.2.2.3. Порядок проведения контроля:

- на поверхность ОК, предназначенную для осмотра, наносят тонким слоем приготовленную меловую обмазку с помощью волосяной кисти, затем ее сушат одним из следующих способов: естественной сушкой в течение 1 ч или обдувом сухим воздухом с температурой 60- 70 °С продолжительностью ≥ 30 мин. Качество нанесения и сушки меловой обмазки контролируется визуально: по отсутствию отслоений, трещин, зон чистого металла на поверхности ОК;

- при появлении ложных жировых пятен на поверхности меловой обмазки, свидетельствующих о неудовлетворительном качестве обезжиривания, необходимо удалить некачественную обмазку с поверхности ОК, обезжирить загрязненные места согласно требованиям ПТД и повторить операции нанесения и сушки меловой обмазки;

- противоположную сторону ОК несколько раз смачивают керосином либо укладывают на нее ленту или кусок ткани, смоченные керосином. После выдержки в течение времени в соответствии с требованиями ПТД проводят его осмотр. Места течей выявляют по образовавшимся визуально различимым жирным пятнам керосина цвета ржавчины на меловой обмазке. Визуальный осмотр обычно проводят после нанесения керосина, через 20-30 мин для объектов с толщиной стенки до 6 мм и через 40- 50 мин, если толщина стенки объекта до 25 мм;

- по окончании испытаний (при необходимости) удаляют следы керосина с поверхности ОК. Меловую обмазку с поверхности ОК удаляют путем промывки мест ее нанесения чистой питьевой водой с использованием кисти или бязевой салфетки с последующим обдувом поверхности сухим сжатым воздухом, желательного подогретым до температуры 30-40 °С.

Примечания:

1. Для повышения чувствительности способа контроля керосин окрашивают, растворяя в нем жирорастворимый краситель
2. В целях улучшения чувствительности контроля и ускорения выявления дефектов после смачивания керосином ОК обдувают струей сжатого воздуха под давлением 0,3-0,4 МПа.
3. В целях улучшения чувствительности контроля на поверхность ОК (со стороны меловой обмазки) устанавливают местные вакуумные камеры, в которых создается давление $2,5 - 3 \cdot 10^4$ Па [180 - 200 мм рт. ст.] в течение 5-10 секунд, после выдержки указанной в подразд. 7.2.2.3. Визуальный осмотр контролируемого участка осуществляется через прозрачный верх камеры, и после удаления вакуумной камеры.
4. Использование загрязненной проникающей жидкости может привести к необнаружению скрытых дефектов, которые в дальнейшем, при эксплуатации ОК, могут проявиться в виде значительных течей.

7.3. Люминесцентный метод контроля течеисканием

7.3.1. Люминесцентно-гидравлический способ

7.3.1.1. При контроле течеисканием люминесцентно-гидравлическим способом ОК заполняют контрольной жидкостью, содержащей люминисцирующие вещества. ОК нагружают испытательным давлением и выдерживают в течение определенного времени. Места расположения дефектов устанавливаются по свечению люминофора на поверхности ОК в лучах ультрафиолетового света.

7.3.1.2. Поверхность ОК подготавливается в соответствии с требованиями подразд. 7.1.

7.3.1.3. В качестве контрольных жидкостей при люминесцентно-гидравлическом способе чаще всего используют водные растворы люминофоров (например, солей флуоресцеина) с концентрацией 0,09-0,1% (0,9-1,0 г/л). Рецептура и порядок приготовления аммониевой соли флуоресцеина приведен в приложении 14.

7.3.1.4. Принципиальная схема установки для испытаний люминесцентно-гидравлическим способом и порядок проведения испытаний аналогичны принятым при проведении испытаний способом опрессовки (п. 7.2.1.).

7.3.1.5. При люминесцентном методе контроля используют излучение с длинами волн 280- 320 нм.

7.3.1.6. Испытания проводят при температуре окружающей среды ≥ 10 °С и относительной влажности воздуха ≤ 70 %. Допускается проведение испытаний при относительной влажности воздуха до 90 %, но при этом разность температур контрольной жидкости и окружающей среды не должна превышать 5 °С.

7.3.1.7. Длительность выдержки ОК под нагрузочным давлением раствора должна составлять не менее 1 ч.

7.3.1.8. После создания давления в ОК и до окончания испытания не разрешается протирка контролируемых участков во избежание удаления соли флуоресцеина, проникшей через сквозной дефект.

7.3.1.9. После выдержки в соответствии с п. 7.3.1.7. каждый контролируемый участок подвергается осмотру в лучах ультрафиолетового света с целью выявления больших дефектов, при прохождении через которые вода из раствора соли флуоресцеина полностью не испаряется, и в этом случае не требуется увлажнение для обнаружения дефектов.

7.3.1.10. При отсутствии больших дефектов каждый сварной шов или участок основного материала ОК поочередно следует подвергать увлажнению влагораспылителем и окончательному осмотру в лучах ультрафиолетового света. Сквозные дефекты выявляются в виде светящихся зеленых точек и полосок (трещины, поры, цепочки пор).

7.3.1.11. Осмотр контролируемого участка поверхности в ультрафиолетовом свете следует проводить в условиях затемнения помещения или непосредственно контролируемого участка (освещенность не более 10 лк) при полностью или частично снятом давлении раствора в ОК немедленно после операции увлажнения, при этом длительность осмотра не должна превышать 1 мин.

7.3.1.12. В случае необходимости повторения или подтверждения результатов контроля следует проводить такие операции:

- промывку контролируемого участка чистой теплой водой для удаления следов соли флуоресцеина;
- проверку степени удаления следов соли флуоресцеина с поверхности осмотром ее в лучах ультрафиолетового света;
- выдержку ОК в течение 1 ч при давлении, принятом для контроля течей;
- увлажнение и осмотр в лучах ультрафиолетового света.

7.3.1.14. Отмывку ОК от люминесцентного раствора следует проводить путем многократного вытеснения раствора из ОК водой или азотом (воздухом) из баллонов с последующим заполнением его водой.

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 немедленно удалять чистой водой.

3. Засохший люминесцентный раствор следует удалять аммиачным водным раствором с концентрацией 1 - 3%.

4. В процессе увлажнения поверхности ОК, расстояние влагораспылителя от контролируемой поверхности должно быть в пределах 0,3 - 0,5 м.

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

6. При повторных люминесцентно-гидравлических испытаниях необходимо иметь в виду резкое ухудшение выявления дефектов.

7. Хранить люминесцентный раствор следует в закрытых емкостях. Время хранения раствора не ограничено.

7.3.2. Люминесцентно-гидравлический способ с индикаторным покрытием

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

При наличии течи вода проникает на наружную поверхность ОК и в месте дефекта на индикаторном покрытии возникает свечение, по которым определяются места дефектов.

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

Рецептуры и порядок приготовления индикаторных покрытий приведены в приложении 16.

7.3.2.3. Хранить индикаторную массу следует в посуде, исключающей испарение спирта. Индикаторную ленту следует хранить в эксикаторах.

7.3.2.4. Перед проведением контроля необходимо проверять качество индикаторной массы и ленты на отсутствие светящегося в лучах ультрафиолетового света зеленого фона (пятен, точек) в покрытии, нанесенном на контрольный образец.

7.3.2.5. Поверхность ОК следует подготавливать в соответствии с п. 7.1.

7.3.2.6. Принципиальная схема установки для испытаний люминесцентно-гидравлическим способом и порядок гидроиспытаний аналогичны принятым при проведении испытаний способом опрессовки (п.7.2.1.).

7.3.2.7. При люминесцентно-гидравлическом способе с индикаторным покрытием используют излучение с длинами волн 280- 320 нм.

7.3.2.8. Испытания проводят при температуре окружающей среды ≥ 10 °С и относительной влажности воздуха ≤ 70 %. Допускается проведение испытаний при относительной влажности воздуха до 90 %, но при этом разность температур контрольной жидкости и окружающей среды не должна превышать 5 °С.

7.3.2.9. В случае невозможности удаления воздуха из застойных зон путем его вытеснения водой необходимо проводить вакуумирование системы перед ее заполнением.

7.3.2.10. После заполнения ОК водой должны быть проведены следующие операции:

- на поверхность ОК нанести мягкой кистью (распылителем) спиртовую индикаторную массу или наложить индикаторную ленту. При наложении индикаторной ленты на контролируемый участок ОК необходимо обеспечить контакт ее со всеми точками контролируемой поверхности;

- качество нанесения индикаторного покрытия проверить 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 рекомендуется контролируемые участки защищать полиэтиленовой пленкой;

- провести опрессовку ОК водой до давления, требуемого ПТД;

- 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).

- удалять индикаторную массу после проведения контроля рекомендуется волосяными щетками, сухой ветошью.

Примечание:

Допускается нанесение индикаторного покрытия и осмотр поверхности ОК при давлении в конструкции в случаях, оговоренных технологическим процессом или картой.

7.3.2.11. Время выдержки ОК под давлением должно быть не менее 1 ч.

7.3.2.12. Сквозные дефекты выявляются в виде светящихся зеленых точек, полосок на индикаторном покрытии при облучении их ультрафиолетовым светом.

7.3.2.13. Условия контроля (температура ОК, относительная влажность и температура воздуха) должны исключать конденсацию атмосферной влаги на стенках ОК и появление зеленого фона индикаторного покрытия.

7.3.2.14. При повторном проведении испытаний люминесцентно-гидравлическим способом с индикаторным покрытием выявление дефектов резко ухудшается.

При повторных испытаниях следует:

- удалить индикаторную массу щеткой или сухой ветошью;
- промыть контролируемую поверхность ОК этиловым спиртом, водой с добавками моющих средств или 1 - 3%-ным водным раствором аммиака;
- проверить степень удаления следов люминофора в лучах ультрафиолетового света;
- нанести индикаторную массу на контролируемый участок ОК и провести все остальные операции, перечисленные в п. 7.3.2.10.

7.3.3. Люминесцентный капиллярный способ

7.3.3.1. При контроле люминесцентным капиллярным способом на одну из поверхностей ОК наносят раствор люминесцирующей жидкости на основе керосина, а на противоположную поверхность - адсорбирующее покрытие. После выдержки в течение заданного времени при периодическом (через 15 - 20 мин) нанесении добавочного количества проникающей жидкости проводится осмотр поверхности с нанесенным адсорбирующим покрытием в лучах ультрафиолетового света. В местах течей проникающая через стенку ОК люминесцентная жидкость дает свечение в лучах ультрафиолетового света. Светящуюся точку считают заметной при ее диаметре $> 0,2$ мм.

7.3.3.2. При люминесцентно-гидравлическом способе с индикаторным покрытием используют излучение с длинами волн 280-320 нм.

7.3.3.3. Порядок проведения контроля:

- контролируемую поверхность подготовить в соответствии с п. 7.1.;
- на контролируемую поверхность кистью или тампоном нанести проникающую жидкость;
- абсорбирующее покрытие нанести мягкой кистью сразу же после нанесения проникающей жидкости;

- после нанесения абсорбирующего покрытия поверхность ОК обдуть горячим воздухом или азотом (температура 70 - 80°C) до полного высыхания покрытия;
- осмотр контролируемой поверхности в лучах ультрафиолетового света провести не ранее чем через 10 мин после высыхания покрытия;
- дефекты выявляются в виде светящихся точек и полос на абсорбирующем покрытии.

7.3.3.4. Время выдержки поверхности ОК в контакте с люминесцентным раствором определяют в зависимости от толщины свариваемого металла или катета углового шва и положения шва в пространстве.

Нижнее положение:

Толщина металла или катет углового шва...

до 6 мм - 40 мин;

6 - 24 мм - 60 мин;

свыше 24 мм - 90 мин.

Вертикальное, горизонтальное и потолочное положения:

Толщина металла или катет углового шва.....

до 6 мм - 60 мин;

6 - 24 мм - 90 мин;

свыше 24 мм - 120 мин.

Время выдержки следует увеличивать на 3-5 мин на каждый миллиметр толщины стенки.

Примечания:

1. При осмотре поверхностей следует иметь в виду возможность ложных сигналов. Так, жировые загрязнения в УФ лучах светятся голубоватым светом. Для их устранения объект перед испытаниями тщательно очищают от посторонних веществ и обезжиривают.

2. Допускается создавать разряжение над контролируемой поверхностью для повышения чувствительности порядка $5 \cdot 10^4$ Па в течение 5 - 10 с.

3. При контроле объектов сложной формы, а также объектов из литого или многослойного материала время выдержки составляет нескольких часов. Например, для энергетических установок с толщиной стенок 5- 40 мм оно составляет 15 мин-14 ч.

8. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕИСКАНИЕМ

8.1. Результаты контроля оцениваются в соответствии с нормами допустимости дефектов, предусмотренными документацией на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию или техническое диагностирование (освидетельствование) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕИСКАНИЕМ

9.1. Результаты контроля фиксируют в журналах и заключениях.

9.1.1. В журнале следует указать:

- дата проведения контроля;
- обозначение (номер) технологической инструкции (карты);
- номер заключения;

- оценка качества (состояния) ОК;

- состав исполнителей и их подписи.

9.1.2. В заключении следует указать:

- наименование организации (предприятия), проводившей контроль;

- номер заключения;

- индекс изделия, объем контроля;

- размеры и расположение проконтролированных участков (схема контроля);

- документация, по которой выполнялся контроль течеисканием и проводилась оценка качества (состояния) ОК;

- наименование, тип используемой аппаратуры;

- каким образом производилась подготовка поверхности объекта контроля к контролю;

- метод, способ контроля, класс герметичности, средства контроля;

- пороговая чувствительность течеискателя и системы контроля (в случае их использования);

- условия контроля (освещенность, влажность, шероховатость поверхности ОК);

- результаты контроля (при неудовлетворительных результатах приводятся сведения о выявленных дефектах: координаты, протяженность, количество);

- дата проведения контроля и дата оформления заключения;

- фамилия, инициалы и подпись специалиста, проводившего контроль;

- уровень квалификации, номер квалификационного удостоверения специалиста, проводившего контроль;

- фамилия, инициалы и подпись руководителя лаборатории.

9.1.3. Рекомендуемая форма заключения по контролю течеисканием приведена в приложении 18.

9.1.4. Журналы и копии заключений хранятся не менее нормативного срока эксплуатации технических устройств и сооружений при контроле в процессе их изготовления (строительства) и не менее пяти лет в других случаях.

10. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

10.1. Требования безопасности при проведении контроля течеисканием

10.1.1. К выполнению работ по контролю течеисканием допускаются лица, прошедшие обучение по технике безопасности и специальный инструктаж по правилам безопасности, электробезопасности и пожарной безопасности, усвоившие правильные и безопасные методы работы. Проверка знаний техники безопасности осуществляется в порядке, установленном в организации.

10.1.2. При проведении контроля течеисканием детали, сборочные единицы и их узлы должны быть закреплены или находиться на прочном фундаменте. При необходимости вокруг испытываемых ОК должны быть выставлены ограждения или система блокирования и сигнализации.

10.1.3. При проведении работ по контролю заземление аппаратуры должно осуществляться медным проводом сечением не менее 2,5 мм².

10.1.4. Внутри металлоконструкций специалисты должны работать в касках.

10.1.5. 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.

10.1.6. Ответственными за испытательные установки, приборы, приспособления и другие устройства должны быть назначены лица из числа инженерно-технических работников приказом руководителя организации.

10.1.7. На участке испытаний должны быть вывешены правила техники безопасности и инструкция по проведению испытаний.

10.1.8. Участок контроля должен быть оборудован грузоподъемными механизмами, приспособлениями для строповки конструкции в соответствии с правилами Ростехнадзора.

10.1.9. Хранить баллоны с гелием, фреоном и другими газами в помещении, где проводятся испытания, категорически запрещается.

10.1.10. При работе со спиртом, ацетоном, керосином, бензином, аммиаком и фреоном должны соблюдаться установленные правила по технике безопасности при работе с пожароопасными, взрывоопасными и токсичными веществами.

10.1.11. Вблизи места работы не допускается курения, открытого огня и всякого рода искрений. Работать при выключенной вентиляции запрещается.

10.1.12. Помещения, в которых проводятся испытания течеисканием галогенными, звуко-резонансными и гелиевыми течеискателями, химическим и капиллярным методами, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

10.1.13. К поверхности ОК во время контроля должен быть обеспечен свободный доступ. Для ОК, имеющих высоту более 1,8 м, должны быть установлены подмости.

10.1.14. Горловины, проемы и другие подобные устройства должны быть заглушены на все болты. Перед установкой заглушек необходимо убедиться в отсутствии людей в испытываемой конструкции. Запрещается проводить испытания при неполном количестве крепежных деталей и при наличии каких-либо неисправностей.

10.1.15. Заполнение ОК контрольным газом должно производиться плавно. По достижении требуемого давления следует прекратить подачу газа и отключить шланги.

10.1.16. Во время нахождения ОК под давлением категорически запрещается проводить работы по устранению дефектов и обстукивать ОК.

10.1.17. Перед устранением дефектов должны быть приняты меры, исключающие воспламенение материалов с обеих сторон ОК и ожоги людей.

10.1.18. Во время устранения дефектов в ОК должны быть установлены вытяжные вентиляторы для удаления из ОК вредных газов.

10.1.19. При осмотре поверхности ОК в плохо освещенных местах необходимо пользоваться переносными светильниками напряжением не выше 12 В. Светильники должны иметь защитную сетку, козырек-отражатель и исправный электропровод.

10.1.20. Измерительная и предохранительная аппаратура должна быть исправной, опломбированной, с непросроченным очередным испытанием Госповерки и должна быть установлена в доступных и хорошо освещенных местах.

10.1.21. После окончания испытаний необходимо принять меры для безопасного проведения дальнейших работ на ОК, а именно: сброс давления, удаление испытательных приспособлений, удаление заглушек и т. п.

10.2. Требования безопасности при эксплуатации гелиевых, галогенных течеискателей и люминесцентной аппаратуры

10.2.1. При работе с гелиевыми, галогенными течеискателями, люминесцентной аппаратурой должны соблюдаться требования, изложенные в Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

10.2.2. При работе с гелиевыми течеискателями необходимо выполнять следующие требования:

- течеискатели должны быть заземлены, подсоединительные электрические кабели должны иметь изоляцию;
- зона испытаний должна быть ограничена предупреждающими плакатами;
- чистку камеры масс-спектрометра гелиевого течеискателя и смену катода разрешается проводить только после предварительного снятия напряжения;
- регулировку и настройку гелиевых течеискателей необходимо проводить, имея под ногами диэлектрический коврик;
- ремонт и чистку схемы блоков питания следует осуществлять при полной остановке прибора и снятом электропитании;
- при работе с гелиевыми течеискателями должна функционировать приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая смену воздуха в помещении не менее трех его объемов в час.

10.2.3. После окончания работ следует:

- выключить течеискатели;
- снять давление с испытуемых ОК;
- закрыть баллоны с гелием;
- снять плакаты с охранной зоны.

10.2.4. При работе с галогенными течеискателями необходимо выполнять следующие требования:

- недопустимо наличие на участке накаливаемых поверхностей и открытого пламени;
- контроль должен проводиться на расстоянии не менее 5 м от мест проведения сварочных работ

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

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

10.3. Требования безопасности при работе с баллонами, находящимися под давлением

(Следует руководствоваться Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением)

10.3.1. Транспортирование и хранение баллонов должно производиться с наверху надетыми предохранительными колпаками.

10.3.2. Наполненные газом баллоны должны находиться в вертикальном положении. Для предохранения от падения баллоны должны устанавливаться в специально оборудованных стойках.

10.3.3. Баллоны с газом, устанавливаемые в помещениях, должны находиться от радиаторов отопления и других подобных приборов на расстоянии не менее 1 м, от газовых плит - не менее 1,5 м и от печей и других источников тепла с открытым огнем не менее 5 м.

10.3.4. Выпуск газов из баллонов в емкость для создания более низкого давления должен производиться через исправный редуктор, предназначенный для данного газа.

10.3.5. При невозможности выпустить газ из-за неисправности клапана баллон должен быть возвращен на склад с указанием на неисправность.

10.3.6. Категорически запрещается наносить метки и ударять металлическими предметами по баллону.

10.4. Требования обращения с сосудами Дьюара и пользование жидким азотом при заливке охлаждаемых ловушек

10.4.1. Сосуды Дьюара должны быть окрашены в черный цвет с надписью «Азот» или серой эмалью и маркированы краской черного цвета. Пользование жидким газом из сосудов другого цвета категорически запрещается.

10.4.2. Бросать, ронять или резко встряхивать сосуды Дьюара воспрещается.

10.4.3. Запрещается переноска сосудов с азотом в одиночку. Переноска разрешается лишь вдвоем, по одному человеку на каждую ручку с двух сторон сосуда.

10.4.4. Запрещается ставить сосуды с жидким азотом ближе, чем 1 м от батарей отопления или других источников тепла.

10.4.5. Заливать в охлаждаемые ловушки азот следует через металлическую воронку с высокими бортами диаметром не менее 120 мм непосредственно из сосуда или последовательно, сначала в металлический тонкостенный стакан с длинной ручкой, а затем из стакана через воронку - в ловушку. Диаметр стакана должен быть не менее 80 мм, длина ручки - не менее 400 мм.

Приспособления для заливки азота (стакан, воронка) перед использованием должны быть обезжирены.

10.4.6. Запрещается находиться работникам, не проводящим заливку ловушек, в непосредственной близости от места заливки.

10.4.7. Категорически запрещается курить и зажигать спички работникам, осуществляющим заливку.

10.5. Требования безопасности при работе с механическими вакуумными насосами

10.5.1. Вращающиеся части насосов (маховики) должны быть защищены кожухами. Насосы должны быть надежно укреплены на фундаменте.

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

10.5.3. 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 устанавливать так, чтобы возможен был к нему подход с противоположной стороны;
- не загромождать посторонними предметами место установки насоса;
- откачку больших объемов с атмосферного давления следует вести при не полностью 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 (для насосов масляного типа).

10.6. Требования безопасности при проведении пневматических испытаний

10.6.1. При проведении испытаний необходимо руководствоваться «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», а также отраслевой ПТД.

10.6.2. Пневматическое испытание должно проводиться в специальных боксах или на открытых площадках (в последнем случае необходимо соблюдать безопасное расстояние от места проведения испытаний до места нахождения людей).

10.6.3. Боксы должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, блокировкой и сигнализацией.

10.6.4. Появление посторонних лиц на участке проведения испытаний строго воспрещается.

10.6.5. Предохранительные и редукционные клапаны должны иметь специальные кожухи, закрывающие доступ к регулировочным блокам.

10.6.6. Затяжки резьбовых креплений деталей должны производиться равномерно с поочередным затягиванием противоположных гаек крест-накрест с соблюдением параллельности фланцев.

10.6.7. Манометры должны устанавливаться так, чтобы их шкалы были в вертикальной плоскости или с наклоном вперед до 30°.

10.6.8. На шкале манометра должна быть нанесена красная черта, указывающая допустимое давление в проверяемой конструкции.

10.6.9. Обслуживающий персонал на время испытаний должен быть удален в безопасное место.

10.6.10. Устранять неисправности, подсоединять шланги, подтягивать крепежные детали на фланцах при наличии в конструкции давления пробной среды запрещается.

10.6.11. После окончания испытаний все вентили испытательной установки, кроме вентилей для сброса давления, должны быть закрыты, электропитание - отключено.

10.7. Требования безопасности при контроле гидравлическими способами и способом опрессовки

10.7.1. При контроле гидравлическими способами необходимо соблюдать инструкции по технике безопасности при производстве гидравлических испытаний оборудования и труб, разработанные предприятием, проводящим контроль.

10.7.2. При проведении испытаний должен осуществляться контроль за выполнением всех требований безопасности и за состоянием опрессовочного оборудования, арматуры и оснастки.

10.7.3. Манометры должны быть проверенными и опломбированными.

10.7.4. Запрещается исправлять обнаруженные дефекты в системе, находящейся под давлением.

10.7.5. У входа в помещение вывешиваются плакаты, запрещающие вход посторонним лицам во время опрессовки изделий при испытаниях.

10.7.6. При подъеме давления в испытуемых ОК специалисты НК должны находиться в безопасном месте.

10.7.7. Операции нанесения индикаторного покрытия, проникающих жидкостей и адсорбирующего покрытия и удаления их с поверхности должны выполняться при включенной приточно-вытяжной вентиляции.

10.7.8. Работы с применением люминесцентных жидкостей следует осуществлять в резиновых или хлопчатобумажных перчатках.

10.7.9. Наносить проявляющие составы следует в белых хлопчатобумажных перчатках, предварительно проверенных в ультрафиолетовом свете на отсутствие следов индикаторной жидкости.

10.7.10. Приготовление дефектоскопических материалов на участке производства работ запрещается.

10.8. Правила техники безопасности при контроле химическим методом

10.8.1. Контроль разрешается осуществлять только в спецодежде и спецобуви.

10.8.2. Помещение, в котором проводится контроль, должно быть оборудовано дренажной системой, обеспечивающей надежное удаление аммиака или другого газа из проверяемых конструкций за пределы помещения с точкой выброса газа на высоте не менее 1 м от конька крыши здания.

10.8.3. Содержание паров аммиака в воздухе помещения необходимо систематически контролировать с помощью фильтровальной бумаги, пропитанной 1 %-м раствором фенолфталеина, или газоанализатора, устанавливаемого у потолка помещения.

10.8.4. Концентрация паров аммиака в воздухе рабочей зоны должна быть не более 20 мг/м, а в воздухе населенных пунктов - не более 0,2 мг/м³.

10.8.5. Оборудование для приготовления смеси аммиака с воздухом должно быть во взрывобезопасном исполнении.

10.8.6. При контроле, кроме перечисленных требований, необходимо соблюдать правила безопасной работы с сосудами под давлением, правила противопожарной безопасности и соблюдать предосторожности обращения с фенолфталеином и азотнокислой ртутью.

10.9. Правила техники безопасности при контроле капиллярным способом

10.9.1. Контроль разрешается проводить только в спецодежде и спецобуви.

10.9.3. При контроле необходимо соблюдать правила противопожарной безопасности и предосторожности обращения с пробной жидкостью.

10.9.3. Предельно допустимая концентрация паров керосина в воздухе рабочей зоны должна быть не более 300 мг/м³.

10.9.4. Проведение контроля вблизи от места выполнения газовой резки, сварки и подогрева не допускается.

ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Герметичность - свойство объекта контроля или его элементов, исключающее проникновение через них газообразных и (или) жидких веществ.

Система контроля герметичности - сочетание определенных способа и режимов контроля и способа подготовки объекта к контролю.

Течь - канал или пористый участок объекта контроля или его элементов, нарушающий их герметичность.

Степень негерметичности - характеристика герметизированного объекта контроля, определяемая суммарным расходом вещества через его течи.

Норма герметичности - наибольший суммарный расход вещества через течи герметизированного объекта контроля, обеспечивающий его работоспособное состояние и установленный нормативно-технической документацией.

Натекание - проникновение вещества через течи внутрь герметизированного объекта контроля под действием перепада полного или парциального давления.

Утечка - проникновение вещества из герметизированного объекта контроля через течи под действием перепада полного или парциального давления.

Течеискание - процесс обнаружения течей.

Техника течеискания - область техники, обеспечивающая выявление нарушений герметичности, связанных с наличием течей.

Локализация течи - выделение негерметичного участка и (или) определение места расположения течи.

Перекрытие течи - прекращение или уменьшение расхода вещества через течь вследствие ее закупорки.

Испытания на герметичность - испытания с целью оценки характеристик герметичности объекта контроля, при его функционировании или при моделировании воздействий на него.

Контроль течеисканием - технический контроль с целью установления соответствия изделия норме герметичности.

Рабочее вещество - вещество, заполняющее герметизированный объект контроля при эксплуатации или хранении.

Пробное вещество - вещество, проникновение которого через течь обнаруживается при контроле течеисканием.

Контрольная среда - среда, содержащая установленное количество пробного вещества.

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

Вещество-носитель - вещество, используемое для транспортировки пробного вещества к индикаторному средству.

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

Индикаторное средство - индикатор, содержащий индикаторное вещество, его носитель и (или) технологические добавки.

Опрессовка - воздействие избыточным давлением на изделие при контроле течеисканием и (или) подготовке к нему.

Течеискатель - прибор или устройство для обнаружения течей.

Масс-спектрометрический течеискатель - течеискатель, действие которого основано на обнаружении пробного вещества путем разделения ионов вещества по отношению их массы к заряду.

Катарометрический (кондуктометрический) течеискатель - течеискатель, действие которого основано на регистрации изменения теплопроводности газовой среды в результате поступления в нее пробного вещества.

Звуко-резонансный течеискатель - течеискатель, действие которого основано на регистрации изменения скорости звука и коэффициента затухания звукового сигнала в звуковом (волновом) в результате поступления в него пробного вещества.

Электронно-захватный течеискатель - течеискатель, действие которого основано на обнаружении пробных веществ, склонных к образованию отрицательных ионов.

Манометрический течеискатель - течеискатель, действие которого основано на регистрации изменения давления.

Акустический течеискатель - течеискатель, действие которого основано на регистрации упругих колебаний, возбуждаемых при перетекании веществ через течи в герметизированном объекте контроля.

Калиброванная течь - устройство, воспроизводящее определенный расход вещества через течь.

Обдуватель - устройство для создания струи пробного газа или контрольной среды и подачи ее на поверхность герметизированного объекта контроля при контроле течеисканием.

Щуп течеискателя - устройство для сканирования поверхности герметизированного объекта контроля при течеискании.

Чувствительность течеискателя - отношение изменения сигнала течеискателя к вызывающему его изменению расхода пробного вещества через течи.

Порог чувствительности течеискателя - наименьший расход пробного вещества или наименьшее изменение давления, регистрируемые течеискателем.

Постоянная времени натекания - величина, определяемая произведением объема изделия на отношение разности давлений по обе стороны течи к расходу вещества через течь.

Контролепригодность - характеристика объекта контроля, отражающая возможность проконтролировать его герметичность тем или иным методом с заданной чувствительностью.

Сенсорный течеискатель - течеискатель, действие которого основано на изменении электрического параметра детектора (сопротивления, емкости и т.д.) полупроводникового типа при хемосорбции контрольного газа на его поверхности.

Пороговая чувствительность системы контроля герметичности - величина минимальных регистрируемых потоков пробного вещества через локализованные места течи, либо минимальная величина суммарного потока пробного вещества через все дефекты в ОК.

Класс герметичности - диапазон величин пороговых чувствительностей систем контроля герметичности определяющий выбор конкретного метода и способа контроля течеисканием.

**ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И МЕТОДИЧЕСКИХ
ДОКУМЕНТОВ, ССЫЛКИ НА КОТОРЫЕ ПРИВЕДЕНЫ В НАСТОЯЩИХ
МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ**

1. ПБ 03-372-00 Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля.
2. ГОСТ 18353-79 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
3. ПБ 03-440-02 Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.
4. ГОСТ Р 51780-2001 Методы и средства испытаний на герметичность.
5. ГОСТ 25136-82 Соединения трубопроводов. Методы испытаний на герметичность.
6. ОСТ 5.0170-80 Контроль неразрушающий. Металлические конструкции. Газовые и жидкостные методы контроля герметичности.
7. ГОСТ 24054-80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования.
8. РД 03-606-03 Инструкции по визуальному и измерительному контролю.
9. ГОСТ 26790-85 Техника течеискания. Термины и определения.
10. ПОТ РМ-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок.
11. ГОСТ 28369-89 Контроль неразрушающий. Облучатели ультрафиолетовые. Общие технические требования и методы испытаний.
12. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
13. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
14. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
17. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
18. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
19. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
20. ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования.
21. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.2.007.14-75 ССБТ. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности.
23. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
25. ГОСТ 12.4.016-83 ССБТ. Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества.

26. ГОСТ12.4.020-82 ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук. Номенклатура показателей качества.
27. СНиП 12-03-99 Безопасность труда в промышленности. Часть I. Общие требования.
28. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в промышленности. Часть II. Строительное производство.
29. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
30. ГОСТ 3826-82: Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками.
31. Правила устройства электроустановок.
32. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

СООТНОШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКА ГАЗА

Единицы измерения	$\frac{\text{см}^3 \cdot \text{атм}}{\text{с}}$	$\frac{\text{см}^3 \cdot \text{атм}}{\text{ч}}$	$\frac{\text{л} \cdot \text{мм рт.ст.}}{\text{с}}$	$\frac{\text{л} \cdot \text{мм рт.ст.}}{\text{с}}$	$\frac{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}{\text{с}}$
$\frac{\text{см}^3 \cdot \text{атм}}{\text{с}}$	1	3600	$7,6 \cdot 10^{-1}$	760	10^{-1}
$\frac{\text{см}^3 \cdot \text{атм}}{\text{ч}}$	$2,78 \cdot 10^{-4}$	1	$2,11 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$
$\frac{\text{л} \cdot \text{мм рт.ст.}}{\text{с}}$	1,32	$4,74 \cdot 10^3$	1	10^3	$1,33 \cdot 10^{-1}$
$\frac{\text{л} \cdot \text{мм рт.ст.}}{\text{с}}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	4,74	10^{-3}	1	$1,33 \cdot 10^{-4}$
$\frac{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}{\text{с}}$	10	$3,6 \cdot 10^4$	7,5	$7,5 \cdot 10^3$	1

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Единицы измерения	Торр	М вод.ст.	Ат	Атм	Па	Дин / см^2
1 торр = 1 мм рт.ст.	1	0,0136	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$1,31 \cdot 10^{-3}$	133	$1,33 \cdot 10^3$
1 м вод.ст.	73,556	1	0,1	$9,68 \cdot 10^{-2}$	$9,81 \cdot 10^3$	$9,8 \cdot 10^4$
Техническая атмосфера 1 ат = 1 кгс / см^2	735,56	10	1	0,9678	$98,1 \cdot 10^3$	$0,981 \cdot 10^6$
Физическая атмосфера 1 атм = 760 торр	760,00	10,383	1,0332	1	$101,3 \cdot 10^3$	$1,013 \cdot 10^6$
1 паскаль = 1 ньютон / м^2 = 1 Н / м^2	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$9,87 \cdot 10^{-6}$	1	10
1 бар = 1 дин / см^2	$0,75 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$9,87 \cdot 10^{-7}$	0,1	1

**ОТНОШЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГАЗОВ И ПАРОВ К ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
ВОЗДУХА ПРИ 0 °С**

Газ	Химическая формула	Относительная теплопроводность
Азот	N_2	0,996
Диоксид азота	NO_2	1,978
Оксид азота	NO	0,952
Аммиак	NH_3	0,897
Аргон	Ar	0,676
Ацетилен	C_2H_2	0,776
Ацетон	$(CH_3)_2CO$	0,398
Бензол	C_6H_6	0,377
Бутан	C_4H_{10}	0,513
Бутиловый спирт	C_4H_9OH	0,453
Водород	H_2	7,150
Воздух	–	1,000
Гексан	C_6H_{14}	0,460
Гелий	He	5,900
Гептан	C_7H_{16}	0,439
Диэтиловый эфир	$(C_2H_5)_2O$	0,533
Кислород	O_2	1,015
Криптон	Kr	0,364
Ксенон	Xe	0,214
Метан	CH_4	1,250
Метилловый спирт	CH_3OH	0,524
Неон	Ne	1,900
Октан	C_8H_{18}	0,400
Пары воды	H_2O	0,620
Пентан	C_5H_{12}	0,505
Пропан	C_3H_8	0,624
Пропиловый спирт	C_3H_7OH	0,472
Диоксид углерода	CO_2	0,605
Оксид углерода	CO	0,960
Хлор	Cl_2	0,322

СКОРОСТЬ ЗВУКА В НЕКОТОРЫХ ГАЗАХ И ПАРАХ ПРИ ДАВЛЕНИИ 98,1 КПА

Газ	t, (°C)	V _{зв} , (м /с)
Воздух	0	331,45
Водород	0	1284
Гелий	0	965
Элегаз	0	136
Фреон-12	17	140
Хлор	0	206

**ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ КОНТРОЛЕ ТЕЧЕИСКАНИЕМ**

1. Течеискатели масс-спектрометрические гелиевые с запасным комплектом частей, пороговая чувствительность которых удовлетворяет требованиям настоящей методики.
2. Течеискатели галогенного типа с запасным комплектом частей, пороговая чувствительность которых удовлетворяет требованиям настоящей методики.
3. Течеискатели звуко-резонансного и катарометрического типа.
4. Вакуумметры ионизационно-термопарные с комплектом манометрических преобразователей, позволяющие измерять давление в диапазоне от 10^2 до 10^{-5} Па (1 - 10^{-7} мм рт. ст.).
5. Вакуумметры термопарные с комплектом манометрических преобразователей, позволяющие измерять давление в диапазоне от 10^3 до 10^{-1} Па (10 - 10^{-3} мм рт. ст.).
6. Вакуумные насосы (механические, диффузионные (пароструйные), турбомолекулярные).
7. Насосы бустерные.
8. Насосы высоковакуумные.
9. Мановакуумметры, манометры с пределом измерения на $1/3$ больше испытательного давления.
10. Приборы люминесцентные переносные.
11. Установка ультрафиолетовая передвижная.
12. Влагораспылители (пульверизаторы) любого типа (поршневые периодического действия, одеколонные, пылесосного типа и т.д.) с распылением до размера капель не более 0,3 мм.
13. Калиброванные течи типа "Гелит", "КТ-1" и др. Для установления чувствительности жидкостных способов в необходимых случаях рекомендуется использовать образцы с искусственными или естественными течами через дефекты типа трещин, свищей, непроваров и т.п., выявляемых при контроле течеискателями.
14. Проходные, глухие и специальные заглушки для герметичного закрытия отверстий испытуемых конструкций и их узлов.
15. Вакуумные резиновые шланги диаметром от 8 до 50 мм.
16. Зажимы для пережатия вакуумных резиновых шлангов.
17. Вакуумные клапаны.
18. Переходные трубки с фланцами различных диаметров.
19. Переходные трубки для соединения резиновых шлангов различного диаметра.
20. Пистолеты для обдувки, укомплектованные резиновыми камерами и сменными наконечниками.
21. Вакуумные камеры для испытания герметичности кольцевых сварных соединений трубопроводов и других изделий методом гелиевой (вакуумной) камеры.
22. Вакуумные камеры-присоски.
23. Щупы-улавливатели.

24. Ловушки для заливки жидкого азота.
25. Сосуды Дьюара.
26. Нагревательные приборы: электропечь, индуктор.
27. Лупы 5 - 7-кратного увеличения.
28. Кисти флейцевые.
29. Сетки проволочные-тканые.
30. Слесарный инструмент (гаечные ключи, отвертки и т.д.)

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ КОНТРОЛЕ ТЕЧЕИСКАНИЕМ

№	Наименование материала	Обозначение
1	Технический гелий	ТУ 51-689-75
2	Гелий высокой чистоты	ТУ 51-940-80
3	Вакуумные масла	ГОСТ 23013-78
4	Вакуумная смазка	ОСТ 380183-75
5	Технический ацетон	ГОСТ 2768-84
6	Этиловый ректификованный спирт	ГОСТ 18300-72
7	Бензин Б-70 для промышленно-технических целей	ТУ 38-101913-82
8	Осветительный керосин	ГОСТ 4753-68
9	Фреон-12 (Хладон-12)	ГОСТ 19212-73
10	Фреон-22 (Хладон-22)	ГОСТ 8502-73
11	Флуоресцеин	ТУ 6-09-2464-77 ТУ 6-14-39-79
12	Флуоресцеин-натрий (уранин А)	ТУ 2463-289-00204197
13	Фильтровальная бумага марки "Ф"	ГОСТ 12026-76
14	Крахмал картофельный	ГОСТ 7699-78
15	Декстрин	ГОСТ 6034-74
16	Каолин	ГОСТ 21285-75
17	Ткани хлопчатобумажные	ГОСТ 7138-73 ГОСТ 11680-76
18	Средства моющие синтетические порошкообразные	ГОСТ 25644-96
19	Пленка полиэтиленовая	ГОСТ 10354-73
20	Вода питьевая	ГОСТ 2874-82
21	Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-72
22	Мыло хозяйственное твердое	ГОСТ 30266-95
23	Вакуумная резинапластина	ТУ 38-105116-81
24	Шнур	ТУ 38-105108-76
25	Краситель жирорастворимый темно-красный 5С	ТУ 6-1 4-922-80 по I категории качества
26	Краситель жирорастворимый темно-красный "Ж"	ТУ 6-14-37-80
27	Ткани хлопчатобумажные бязевой группы	ГОСТ 11680
28	Перчатки резиновые хирургические	ГОСТ3-88
29	Элегаз повышенной чистоты	ТУ 6-02-1249
30	Азот газообразный и жидкий	ГОСТ 9293-74

КОНСТРУКЦИЯ КОНТРОЛЬНОЙ ТЕЧИ «КТ-1»

Контрольная течь «КТ-1» – калиброванный источник микро-потоков контрольного газа (гелия) для проверки пороговой чувствительности течеискателей методом щупа и проверки качества дефектоскопических материалов при контроле пузырьковым и вакуумно-пузырьковым методом. Конкретное значение микро-потока выбирается исходя из калибровочной характеристики (зависимость расхода газа через мембрану от давления контрольного газа на входе в систему).

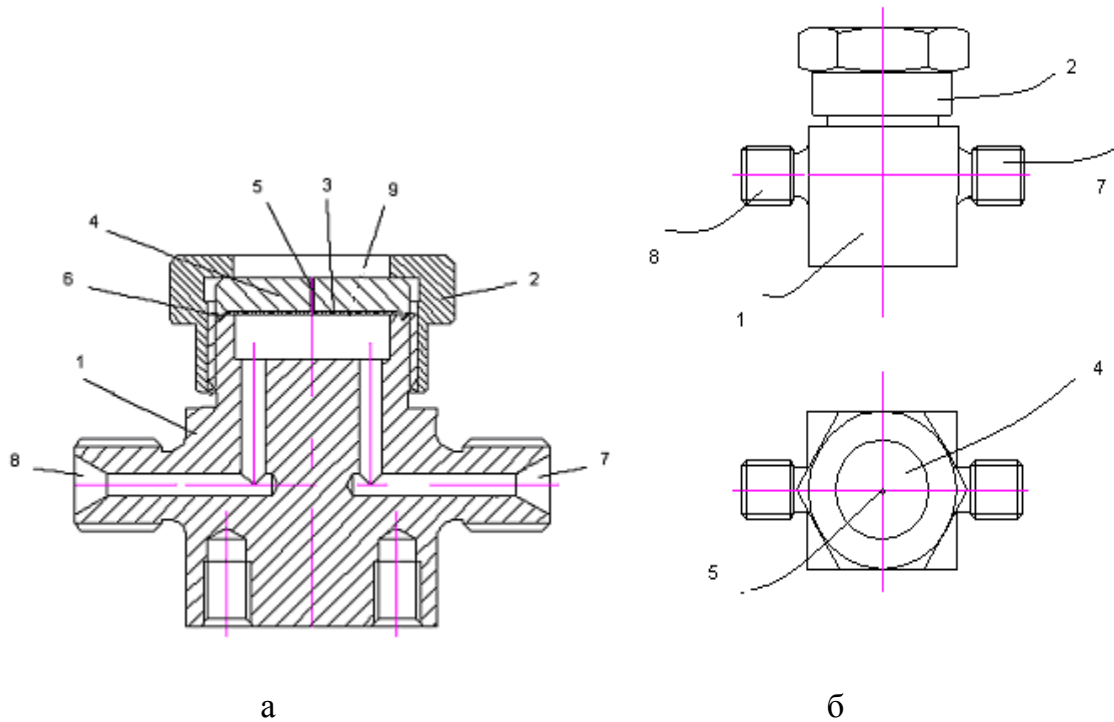


Рис. 8.1. Конструкция контрольной течи «КТ-1»:

1 – корпус; 2 – прижимной кольцевой элемент, 3 – проницаемая мембрана; 4 – конденсор газа с емкостью для калибровки пузырьковым методом; 5 – капиллярный канал конденсора для выхода контрольного газа; 6 – герметизирующий опорный пояс с ответной канавкой; 7,8 – вход и выход для подключения к магистрали контрольного газа, 9 – калибровочная емкость.

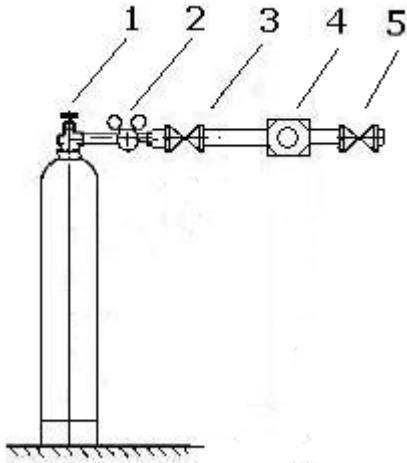


Рис. 8.2. Схема подключения течи «КТ-1» к магистрали с контрольным газом:

1- баллон с контрольным газом, 2,5 – газовые краны; 4 – «КТ-1», 2 – редуктор.

Процесс работы контрольной течи осуществляется следующим образом: контрольный газ (например, гелий) через газовый редуктор 2 (Рис.8.2.) подается из емкости (баллона) 1 (Рис.8.2.) под давлением на вход 7 (Рис.8.1.) контрольной течи и выходит через открытое дренажное отверстие 8 (Рис.8.1.), таким образом обеспечивается чистота контрольного газа внутри корпуса 1 (Рис.8.1), после чего дренажное отверстие 8 (Рис.8.1.) перекрывается и контрольный газ под давлением начинает диффундировать через проницаемую мембрану 3 (Рис.8.1.), и выходит через капиллярное отверстие 5 (Рис.8.1.) конденсора газа 4 (Рис.8.1.).

Калибровка контрольной течи осуществляется пузырьковым способом: в емкость 9 (Рис.8.1.) заливается индикаторная жидкость (например, вода), на прижимной кольцевой элемент 2 (Рис.8.1.) устанавливается измерительный микроскоп, и с помощью секундомера замеряется рост газового пузырька выходящего из отверстия 5 (Рис.8.1.) конденсора газа 4 (Рис.8.1.) во времени. Изменение давления контрольного газа на входе 7 корпуса 1 (Рис.8.1.) контрольной течи приводит к изменению скорости диффузии газа через проницаемую мембрану 3 (Рис.8.1.), зависимость расхода от давления указывается в калибровочной характеристике, и выбирается специалистом исходя из конкретных условий.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОГОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЕЛИЕВЫХ ТЕЧЕЙСКАТЕЛЕЙ

Пороговая чувствительность масс-спектрометрического течеискателя определяется либо по встроенной течи "Гелит", расположенной со стороны входного клапана течеискателя, либо по течи "Гелит", расположенной в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.1.

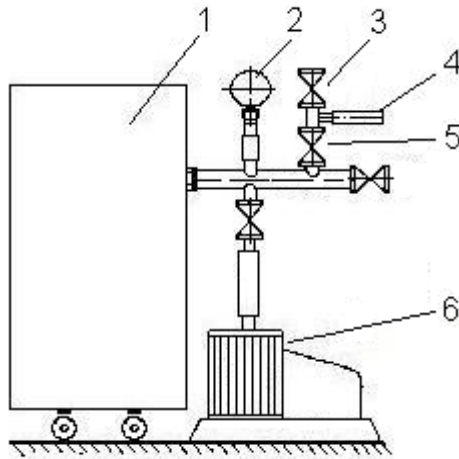


Рис. П7.1. Схема приспособления для настройки гелиевых течеискателей:

1- гелиевый течеискатель; 2- вакуумметр; 3- вакуумный клапан; 4- диффузионная калиброванная течь «Гелит»; 5-вакуумный клапан; 6- вспомогательный вакуумный насос.

Пороговая чувствительность по встроенной течи определяется в соответствии с указаниями в инструкции по эксплуатации течеискателя.

Пороговую чувствительность по течи, установленной за входным клапаном течеискателя в соответствии с чертежом, находят в следующем порядке:

- при отключенной течи открывают входной клапан течеискателя до установления рабочего давления воздуха в камере масс-спектрометра и в течении 5 минут фиксируют показания прибора для определения среднего значения фонового сигнала и максимального и минимального значений фонового сигнала, после чего входной клапан течеискателя закрывают;

- течь откачивают до давления 1,3 Па (10^{-2} мм рт.ст.) вспомогательным насосом 6, а затем перекрывают откачку;

- открывают входной клапан течеискателя и фиксируют показания от диффузионной течи;

- рассчитывают пороговую чувствительность по формуле:

$$Q_{\min} = \frac{Q_T}{\alpha_T - \alpha_\Phi} (\alpha_{\Phi_{\max}} - \alpha_{\Phi_{\min}}), \quad (9.1.)$$

где

Q_{\min} - пороговая чувствительность течеискателя, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$;

Q_T - поток гелия через калиброванную течь, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$;

a_T - сигнал от течи, мВ;

a_Φ - средний фоновый сигнал, мВ;

$a_{\Phi_{\max}}$, $a_{\Phi_{\min}}$ - максимальное и минимальное значения фонового сигнала, мВ.

Пороговая чувствительность методом щупа определяется либо по диффузионной течи «КТ-1», расположенной в соответствии со схемой, представленной на Рис. 9.2.

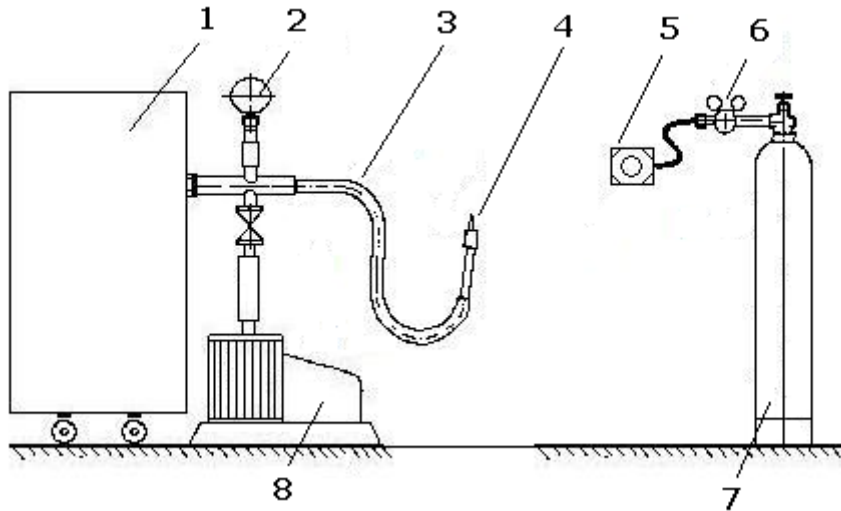


Рис. 9.2. Схема приспособления для настройки гелиевых течеискателей методом щупа:

- 1- гелиевый течеискатель; 2- вакуумметр; 3- вакуумный шланг; 4- щуп; 5- контрольная течь «КТ-1»; 6- газовый редуктор; 7- баллон с гелием; 8- вспомогательный вакуумный насос с вакуумным клапаном.

Пороговую чувствительность по течи «КТ-1», установленной за входным клапаном течеискателя в соответствии с чертежом, находят в следующем порядке:

- На редукторе 6 газового баллона 7 выставляют минимальное давление согласно градуировочной характеристики течи «КТ-1».

- Открывают входной клапан течеискателя и фиксируют показания от диффузионной течи, поднесением щупа к месту истечения контрольного газа на расстояние 5 мм в течение 15 секунд. Если прибор не регистрирует микропоток контрольного газа, выставляют следующую точку на редукторе 6, до тех пор, пока не будут зарегистрированы показания прибора Q_{\min} - пороговая чувствительность течеискателя, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОГОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ГЕЛИЕВЫМ ТЕЧЕЙСКАТЕЛЕМ

Для определения пороговой чувствительности (для масс-спектрометрических течеискателей) способов контроля используются калиброванные гелиевые течи. Для создания вакуума в патрубках течей применяется вспомогательный вакуумный насос, позволяющий создавать давление 7-8 Па [(5-6) • 10⁻² мм рт.ст.]. Для способов вакуумной (гелиевой) камеры и обдува порядок проведения операций следующий. После окончания испытаний ОК зафиксировать фоновые показания и флуктуации фоновых показаний в течение 5 минут при том же положении входного клапана и клапана вспомогательной откачки, что и при проведении испытаний. Подключить систему с течью к удаленному участку ОК (при контроле способом гелиевой камеры или обдува) или камеры (при контроле способом вакуумной камеры). Отвакуумировать патрубок течи вспомогательным насосом до остаточного давления, равного давлению в камере или ОК. Отключить вспомогательный насос и открыть клапан, соединяющий течь с полостью изделия (камеры). Зафиксировать показания от гелиевой течи за время, равное продолжительности гелиевых испытаний, и при том же положении входного клапана, течеискателя и клапана вспомогательной откачки, что и при проведении испытаний. Определить пороговую чувствительность испытаний по формуле:

$$Q_{\min} = \frac{Q_T}{\alpha_T - \alpha_{\Phi}} (\alpha_{\Phi_{\max}} - \alpha_{\Phi_{\min}}), \quad (10.1.)$$

где

Q_{\min} - пороговая чувствительность течеискателя, м³ • Па/с;

Q_T - поток гелия через калиброванную течь, м³ • Па/с;

α_T - сигнал от течи, мВ;

α_{Φ} - средний фоновый сигнал, мВ;

$\alpha_{\Phi_{\max}}$ $\alpha_{\Phi_{\min}}$ - максимальное и минимальное значения флуктуаций фонового сигнала, мВ.

Для определения чувствительности способа гелиевого щупа следует использовать течь "КТ-1", либо любую другую калиброванную течь, дающую постоянный поток гелия.

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 м³ при условии настройки гелиевых течеискателей на пороговую чувствительность не менее 6,7 • 10⁻¹¹ м³ • Па/с (5 • 10⁻⁷ л • мкм рт.ст./с).

ОЦЕНКА СУММАРНОГО ПОТОКА ГЕЛИЯ

1. Количественно суммарный поток Q пробного вещества через дефекты (для масс-спектрометрических течеискателей) в режиме испытания ОК оценивают, сравнивая показания течеискателя при контроле с показаниями от калиброванной гелиевой течи "Гелит", помещаемой на наиболее удаленный участок вакуумной камеры (изделия).

2. Поток Q , $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$, рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{\alpha - \alpha_f}{\alpha_T - \alpha_f} Q_T, \quad (11.1.)$$

где

Q_T - поток через калиброванную течь, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$;

α_T - сигнал течеискателя от калиброванной течи, мВ;

α - сигнал течеискателя при испытании ОК, мВ;

α_f - фоновый сигнал, мВ.

Примечание:

Значение калиброванной течи должно иметь порядок, сравнимый с оцениваемым потоком пробного вещества через дефекты в ОК.

**ЗАВИСИМОСТЬ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ ФРЕОНА-12 и ФРЕОНА-22 ОТ
ТЕМПЕРАТУРЫ**

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

**РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ И ПОРЯДОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЕНООБРАЗУЮЩИХ
ПЛЕНОЧНЫХ СОСТАВОВ (ППС)**

1. СОСТАВ «А»

ТАБЛИЦА №13.1.

№	Компонент, мера измерения	Количество
1	Вода, см ³	1000
2	Мыло туалетное или хозяйственное 65%-ное, г	50

2. СОСТАВ «Б»

ТАБЛИЦА №13.2.

№	Компонент, мера измерения	Количество
1	Вода, см ³	1000
2	Экстракт лакричного солодкового корня, г	15

При работе в зимнее время для предохранения раствора от замерзания в состав «Б» добавляется хлористый кальций или хлористый натрий в количествах, указанных в таблице №13.3.

ТАБЛИЦА №13.3.

№	Температурный интервал воздуха, °С	Добавка, г	
		Хлористый кальций	Хлористый натрий
1	0...-5	100	83
2	-5...-10	170	170
3	-10...-15	220	222
4	-15...-20	285	290
5	-20...-25	303	-
6	-25...-30	329	-
7	-30...-35	366	-

3. Полимерный пенообразующий состав

ТАБЛИЦА №13.4.

№	Компонент	мас. %
1	Декстрин	5 - 15
2	Регулятор рН среды	0,5 - 1
3	Поверхностно-активное вещество	0,05 - 1
4	Глицерин с низкомолекулярным спиртом в соотношении 2:1	3 - 30
5	Вода	остальное

4. Полимерные пенообразующие составы 1,2,3

ТАБЛИЦА №13.5.

№	Компонент	ГОСТ, ТУ, сорт	Состав, температурный интервал его использования, масса компонентов, г.		
			«Состав-1» +30...+5 °С	«Состав-2 » +10..-17 °С	«Состав-3» -13...-28 °С
1	Желатин (пищевой или фотографический)	ГОСТ 11293-78 3-й сорт	11	7	5,5
2	Декстрин картофельный	ГОСТ 6034-74 высший сорт	200	–	–
3	Сольвар	ГОСТ 10779-78	–	200	200
4	Глицерин	ГОСТ 6259-75 ЧДА	–	300	300
5	Этиленгликоль	ГОСТ 10164-75	–	–	100
6	Прогресс	ТУ 2383-018-52662802-2002	2	–	–
7	Некаль (смачиватель НБ)	ГОСТ 6867-77	–	2,5	2,5
8	Вода дистиллированная	–	787	490,5	392

РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ И ПОРЯДОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ 1 Л ВОДНОГО РАСТВОРА АММОНИЕВОЙ СОЛИ ФЛУОРЕСЦЕИНА С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ 0,1%

Водный раствор аммониевой соли флуоресцеина готовят в два этапа.

1. Получение аммониевой соли флуоресцеина путем соединения флуоресцеина с раствором аммиака по реакции



Для получения 1 г аммониевой соли флуоресцеина требуется:

флуоресцеина ($C_{20}H_{12}O_5$) - $0,9 \pm 0,01$ г;

25%-ного раствора аммиака (NH_4OH) - $0,9 \pm 0,01$ мл.

Рекомендуется растереть порошок флуоресцеина и перемешать с аммиаком при добавке небольшого количества воды до получения однородной массы без комков. Полученный раствор следует профильтровать через сито №1 или марлю для освобождения от нерастворенного осадка.

2. Полученную аммониевую соль флуоресцеина, очищенную от нерастворимого осадка, растворяют в 1 л воды высокой чистоты, дистиллированной или водопроводной, перемешивая при нормальных условиях.

3. Для приготовления большого количества раствора аммониевой соли флуоресцеина количество флуоресцеина и 25%-ного раствора аммиака увеличивается пропорционально.

4. Хранение водного раствора аммониевой соли флуоресцеина рекомендуется в стеклянных или металлических емкостях.

**ПОРЯДОК ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО РАСТВОРА ПРИ
ПОМОЩИ ЖИДКОЙ ФАЗЫ СУСПЕНЗИИ ХЛОРНОЙ ИЗВЕСТИ И СПОСОБ ЕЕ
РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ**

1. Для полного обесцвечивания 100 л раствора аммониевой или динатриевой соли флуоресцеина, имеющего начальную концентрацию 0,09 - 0,1%, требуется 6 л жидкой фазы суспензии хлорной извести состава: 1 часть порошка хлорной извести и 4 части воды. В отстоявшейся суспензии жидкая фаза составляет 60% объема, оставшуюся часть объема занимает осадок нерастворенной хлорной извести. Для получения 6 л жидкой фазы, необходимых для полного обесцвечивания 100 г раствора люминофора, требуется приготовить 10 л суспензии хлорной извести.

2. Для приготовления обесцвечивающей суспензии применяется хлорная известь ГОСТ 1692-85 марки А и Б.

3. Для обесцвечивания известного объема раствора соли флуоресцеина определяется в соответствии с п. 1 требуемое количество суспензии хлорной извести и соответствующее ему количество компонентов (порошка хлорной извести и воды).

4. Растираются до порошкообразного состояния комки хлорной извести. Отмеряется необходимое количество порошка и засыпается в емкость для приготовления суспензии.

5. В емкость заливается вода в соотношении к объему засыпанного порошка 4:1.

6. Компоненты перемешиваются, суспензия отстаивается не менее 24 ч. Температура воды и суспензии в течение всего времени ее приготовления должна быть в диапазоне 15 - 20°C.

7. Обесцвечивание люминесцентного раствора следует проводить в такой последовательности:

- слить весь раствор из изделия в емкость для обесцвечивания;
- добавить в обесцвечиваемый люминесцентный раствор из расчета на каждые 100 л - 6 л жидкой фазы отстоявшейся суспензии хлорной извести и 360 ± 10 г сульфата натрия;
- перемешать компоненты и выдержать в течение 2 ч (во время выдержки через каждые 25 - 30 мин проводить перемешивание компонентов).

После полного обесцвечивания слить получившийся обесцвеченный раствор в канализационную сеть.

8. Показателем обесцвечивания люминесцентного раствора является отсутствие видимой окраски его в столбике высотой 200 мм и прекращение свечения в лучах ультрафиолетового света.

РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВЫ И ПОРЯДОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКРЫТИЙ (МАССЫ И ЛЕНТЫ)**1. СОСТАВ ИНДИКАТОРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ФЛУОРЕСЦЕИНА-1**

ТАБЛИЦА №16.1.

№	Компонент	Количество, г.	
		Индикаторная масса	Индикаторная лента
1	Крахмал	290-300	Белая ткань типа мадаполама, бязи, марли или фильтровальная бумага пропитывается спиртовым раствором [0,29 - 0,3 мас. %] динатриевой соли флуоресцеина
2	Декстрин	45 - 50	
3	Динатриевая соль флуоресцеина (уранин)	2,9-3	
4	Этиловый спирт	1000 ± 10	

2. ПОРЯДОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ФЛУОРЕСЦЕИНА

2.1. Индикаторную массу следует готовить, растворяя мелкоизмельченный порошок динатриевой соли флуоресцеина в этиловом спирте в соответствующем п. 1.1. количестве. Крахмал и декстрин следует просушить при температуре 100-120°C до получения их сыпучести (при толщине слоя $1 \pm 0,1$ см время просушки составляет 55-60 мин) и в соответствующих количествах, указанных в п. 1.1., добавить в спиртовой раствор динатриевой соли флуоресцеина. Приготовленную суспензию следует тщательно перемешать.

2.2. Индикаторную ленту следует готовить, пропитывая предварительно просушенную ткань или фильтровальную бумагу в спиртовом растворе динатриевой соли флуоресцеина в соответствующем количестве, указанном в п. 1.1. Пропитанную ткань или бумагу следует высушить феном или в термошкафу. Качество приготовления индикаторной ленты оценивается по отсутствию светящихся зеленых пятен или точек на ткани или бумаге в лучах ультрафиолетового света.

2.3. Спиртовой раствор динатриевой соли флуоресцеина в количестве, указанном в пп. 1.1. и 1.2., необходимо профильтровать через фильтровальную бумагу для освобождения от примесей.

3. СОСТАВ ИНДИКАТОРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ФЛУОРЕСЦЕИНА-2

ТАБЛИЦА №16.2.

№	Компонент	Количество, г.	
		Индикаторная масса	Индикаторная лента
1	Крахмал	290-300	Белая ткань типа мадаполама, бязи,
2	Декстрин	45 - 50	

3	Динатриевая соль флуоресцеина (уранин)	4,5-5,0	марли или фильтровальная бумага
4	Этиловый спирт	1000 ± 10	пропитывается спиртовым раствором [0,45 - 0,5 мас.%] динатриевой соли флуоресцеина

3.1. Порядок приготовления индикаторной смеси и индикаторной ленты аналогичны приведенному в п.п. 2.1 -2.3 настоящего приложения.

**РЕЦЕПТУРНЫЙ СОСТАВ И ПОРЯДОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНОГО
ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СПОСОБА КЕРОСИНОВОЙ ПРОБЫ**

Меловую обмазку готовят в цеховых условиях: мел сушат в течение 1 ч при температуре 60 -80 °С в термошкафу, просеивают через сито с сеткой № 0,4, затем высыпают в емкость для приготовления и вливают туда соответствующее количество питьевой воды из расчета 1,3 кг мела на 1 л воды. Компоненты меловой обмазки механически перемешивают до получения однородной массы, взвесь процеживают через сетку № 0,4.

Приготовленную меловую обмазку контролируют на однородность (попадание крупных кусочков мела не допускается) и на смачивающую способность путем нанесения на пластину с соответствующей чистотой обработки объекта, установленную в вертикальное положение, с помощью мягкой волосяной кисти. Меловая обмазка считается годной по смачиваемости, если в течение 15 мин на поверхности пластины не наблюдается потеков и участков чистого металла.

ФОРМА ЗАКЛЮЧЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕЙСКАНИЕМШтамп организации,
проводившей контроль_____
(дата)**Заключение N** _____**Контроль течейсканием** _____ **методом,** _____ **способом**

Наименование и индекс объекта контроля: _____

Контроль проводился по: _____
(наименование технической документации)Оценка качества по: _____
(наименование технической документации)

Класс герметичности: _____

Условия контроля: _____
(влажность, освещенность, шероховатость поверхности ОК)

Средства контроля (дата поверки): _____

Пороговая чувствительность системы контроля герметичности: _____

Пробное вещество: _____

Подготовка поверхности объекта контроля: _____

Заключение по результатам контроля: _____

(К заключению прикладывается дефектограмма с указанием расположения и размеров проконтролированных участков и дефектов)

Уровень квалификации, N удостоверения специалиста: _____

Контроль проводил: _____
(подпись) (фамилия и инициалы специалиста)Руководитель лаборатории
неразрушающего контроля _____
(подпись)_____
(фамилия и инициалы)

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕЧЕИСКАНИЕМ

1. ГАЗОВЫЕ МЕТОДЫ

Наименование метода	Пробное вещество	Средство индикации	Признак обнаружения дефекта	Способ контроля	Назначение и область применения
Масс-спектрометрический	Гелий (аргон, или другой газ, удовлетворяющий требованиям НТД, условиям безопасности контроля, условию надежной индикации пробного газа и наличию стандартных образцов)	Детектор или анализатор спектра масс-спектрометрического течеискателя	Наличие сигнала (стрелочного прибора, светодиодной линейки, цифровых показаний и/или звукового сигнала) об индикации пробного газа, уровень которого превышает пороговое значение	Накопления в вакууме	Определение герметичности ОК.
				Вакуумной камеры или камеры с пробным газом	Определение герметичности ОК, или локальных мест. Для ОК, в которых можно создать вакуум (или избыточное давление пробного газа) и которые можно поместить в гелиевую (или вакуумную) камеру. Для сварных швов, доступных для установки на них локальных камер.
				Опрессовка замкнутых оболочек	Определение герметичности локальных мест ОК. Для замыкающего сварного шва ОК, которые могут быть помещены в камеру для опрессовки гелием.
				Термовакuumный	Определение герметичности ОК. Для ОК, в которых можно создать вакуум не выше 0,1 Па (10 ⁻³ мм рт.ст.) и которые можно поместить в вакуумную камеру для нагрева до 380-400 °С.
				Щупа	Определение мест расположения дефектов. Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление гелия.
				Обдувом пробным газом	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, в которых можно создать требуемый вакуум
				Накопления	Определение мест расположения дефектов. Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление контрольного газа.

Наименование метода	Пробное вещество	Средство индикации	Признак обнаружения дефекта	Способ контроля	Назначение и область применения
Электронозахватный (плазменный)	Электроотрицательные газы (элегаз (SF6), кислород (O2), фреоны и т.д.)	Детектор электронозахватного (плазменного) течеискателя	То же	Щупа	Определение мест расположения дефектов. Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление контрольного газа.
				Накопления	
Катарометрический (кондуктометрический)	Пробные газы, с теплопроводностью отличающейся от теплопроводности воздуха (гелий)	Детектор по теплопроводности	То же	Щупа	То же
Звуко-резонансный	Газы с отличной от воздуха скоростью звука и коэффициентом затухания (гелий (He), водород (H2), элегаз (SF6) и т.д.)	Детектор, оценивающий изменение скорости звука и коэффициента затухания при попадании в него пробного газа	То же	Щупа	То же
Газовый акустический	Все газы удовлетворяющие требованиям НТД, условиям безопасности контроля и условию надежной индикации пробного газа	Детектор (микрофон или их система) и система индикации шума (свиста) выходящего из течи контрольного газа	То же	Анализ изменения спектральной характеристики	То же
Оптический	Газы, с отличной от воздуха спектральной характеристикой	Оптический анализатор спектра (или их система)	То же	Анализ изменения спектральной характеристики	То же
Галогенный	Галогензамещенные	Детектор	То же	Щупа	То же

Наименование метода	Пробное вещество	Средство индикации	Признак обнаружения дефекта	Способ контроля	Назначение и область применения
	углеводороды – фреон-12 (CF ₂ Cl ₂), фреон-13 (CF ₃ Cl), фреон-22 (CHF ₂ Cl), и т.д. (разрешенные к применению в качестве пробных газов), элегаз (SF ₆)	галогенного течеискателя		Накопления	Определение мест расположения дефектов. Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление контрольного газа.
				Обдува	Определение герметичности ОК, или локальных мест.
				Фреоновых камер	Для ОК, в которых можно создать вакуум (или избыточное давление фреона) и которые можно поместить в фреоновую (или вакуумную) камеру. Для сварных швов, доступных для установки на них локальных камер.
С применением сенсорных течеискательных элементов	Пробные газы на избирательную индикацию (пик контрольного газа) которых настроен детектор течеискателя (сенсор)	Детектор (сенсор)	То же	Щупа	Определение мест расположения дефектов. Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление контрольного газа.
Пузырьковый	Воздух азот, аргон, и др.	Вода (с ПАВ), спирт, фреон-113	Образование пузырей	Бароаквариума	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, которые можно заполнить газом под избыточным давлением и погрузить в ванну с жидкостью
	Воздух азот, аргон, и др.	Мыльная пена, полимерный состав	Образование пузырей	Пневматический надувом контрольного газа (обмыливания)	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, в которых можно создать избыточное давление газа и контролируемые места покрыть пенообразующим составом.
	Воздух азот, аргон и др.	Вода, спирт	Образование пузырей	Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный)	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, которые можно заполнить газом под избыточным давлением и погрузить в ванну с жидкостью
	Вакуум, воздух	Мыльная пена, полимерный состав	Образование пузырей	Пузырьковый вакуумный	Определение мест расположения дефектов. Для незамкнутых конструкций ОК с односторонним доступом к контролируемой поверхности.

Наименование метода	Пробное вещество	Средство индикации	Признак обнаружения дефекта	Способ контроля	Назначение и область применения
Манометрический	Все газы, удовлетворяющие требованиям НТД и условиям безопасности контроля	Измеритель давления	Наличие сигнала (стрелочного прибора, светодиодной линейки, цифровых показаний и/или звукового сигнала)	По падению давления	Определение суммарной утечки. Для замкнутых конструкций, в которых можно создать давление выше атмосферного.
Вакуумметрический	Вакуум	Измеритель вакуума	Наличие сигнала (стрелочного прибора, светодиодной линейки, цифровых показаний и/или звукового сигнала)	По изменению вакуума	Определение суммарной утечки. Для замкнутых конструкций ОК, в которых можно создать вакуум.

2. ЖИДКОСТНЫЕ МЕТОДЫ

Наименование метода	Пробное вещество	Средство индикации	Признак обнаружения дефекта	Способ контроля	Назначение и область применения
Яркостный	Вода (подкрашенная водорастворимым красителем)	Органолептические	Капли, потеки, струи	Опрессовки	Определение мест расположения дефектов. Для ОК всех типов, в которых можно создать избыточное давление воды и контролируемые участки доступны для наблюдения.
	Органические растворители (Керосин)	Органолептические	Следы на фоне индикаторного покрытия	Яркостный капиллярный (керосиновой пробы)	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, поверхность которых доступна с наружной и внутренней стороны.
Люминесцентный	Раствор люминофора в воде	Источник ультрафиолетового света, ткань, органолептические	Свечение пробного вещества в лучах ультрафиолетового света	Люминесцентно-гидравлический	Определение мест расположения дефектов. 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.
	Вода	Индикаторное покрытие, источник ультрафиолетового света, органолептические	Свечение индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового свет	Люминесцентно-гидравлический с индикаторным покрытием	То же
	Органические растворы люминофоров (либо жидкости проявляющие люминесцентные свойства)	То же	Свечение индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового света	Люминесцентный капиллярный	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, поверхность которых доступна с наружной и внутренней стороны, а контролируемые участки доступны для осмотра в лучах ультрафиолетового света.

Наименование метода	Пробное вещество	Средство индикации	Признак обнаружения дефекта	Способ контроля	Назначение и область применения
Химический	Водный раствор 1-го компонента химической индикаторной пары	Органолептические	Следы на фоне индикаторного покрытия со 2-м компонентом химической индикаторной пары	Способ проникающих жидкостей	Определение мест расположения дефектов. Для ОК всех типов, в которых можно создать избыточное давление воды и контролируемые участки доступны для наблюдения и нанесения индикаторного покрытия.
	Рабочие жидкости, пары которых меняют окраску индикатора химического течеискателя.	Химический течеискатель	Изменение окраски индикатора химического течеискателя	Хемосорбционный	Определение мест расположения дефектов. Для ОК всех типов, в которых можно создать избыточное давление пробного вещества и контролируемые участки доступны для наблюдения.
Жидкостный акустический	То же	Детектор (микрофон или их система) и система индикации шума (свиста) выходящей из течи контрольной жидкости	Наличие сигнала (стрелочного прибора, светодиодной линейки, цифровых показаний и/или звукового сигнала) о индикации пробного вещества, уровень которого превышает пороговое значение	Анализ изменения спектральной характеристики	Определение мест расположения дефектов. Для ОК всех типов, в которых можно создать избыточное давление пробной жидкости.

КЛАССЫ ГЕРМЕТИЧНОСТИ И ПОРОГОВЫЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Класс герметичности	Пороговая чувствительность систем контроля, $\text{м}^3 \cdot \text{Па} / \text{с}$	Метод контроля	Способ контроля	Пробное вещество
I	Менее 10^{-11} до 10^{-10}	Масс-спектрометрический (1)	Накопления в вакууме (2)	Гелий
			Термовакуумный	
			Гелиевой или вакуумной камеры	
II	Более 10^{-10} до 10^{-9}	Масс-спектрометрический	Опрессовка замкнутых оболочек	Гелий
			Обдувом	
			Щупа (3)	
		Галогенный	Вакуумной камеры	Фреон-12
		Электрозахватный (плазменный)	Щупа	Элегаз (SF ₆)
			Накопления	
III	Более 10^{-9} до 10^{-7}	Масс-спектрометрический	Щупа	Гелий
			Опрессовка гелием замкнутых оболочек	
		Звуко-резонансный	Щупа	Гелий
		Катарометрический	Щупа	Гелий
		Пузырьковый	Бароаквариума (4)	Воздух азот, аргон, и др.
		Химический	Хемоорбционный	Аммиак
		Галогенный	Щупа	Фреон-12
IV	Более 10^{-7} до 10^{-6}	Пузырьковый	Пневматический надувом воздуха (обмыливания)	Воздух, азот, аргон, и др.
		Пузырьковый	Пнеumoгидравлический аквариумный	Воздух, азот, аргон, и др.
		Люминесцентный	Люминесцентно- гидравлический	Раствор люминофора в воде (4)
			Люминесцентно - гидравлический с индикаторным покрытием	Вода

Класс герметичности	Пороговая чувствительность систем контроля, $\text{м}^3 \cdot \text{Па} / \text{с}$	Метод контроля	Способ контроля	Пробное вещество
IV	Более 10^{-7} до 10^{-6}	Химический	Проникающих жидкостей	Пары пробной жидкости
		Галогенный	Щупа	Фреон-12
		Пузырьковый	Пневматический надувом воздуха (обмыливания)	Воздух, азот, аргон, и др.
			Пузырьковый вакуумный	Воздух, азот, аргон, и др.
V	Более 10^{-6} до 10^{-4}	Люминесцентный	Капиллярный люминесцентный	Раствор люминофора в каросине
		Пузырьковый	Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный)	Воздух, азот, аргон, и др.
		Манометрический	Падения давления	Воздух, азот, аргон, и др.
		Вакуумметрический	Изменение вакуума	Вакуум
		Яркостный	Опрессовки	Вода
Технологический (без выдачи заключений по результатам контроля)	Не нормируется	Акустический газовый	Сравнения спектральной характеристики	Воздух, азот, аргон, и др.
		Акустический жидкостный	Сравнения спектральной характеристики	Воздух, азот, аргон, и др.
		Оптический	Сравнения спектральной характеристики	Пробный газ, пары пробной жидкости
		Яркостный	Наливом воды без напора	Вода или раствор люминофора в воде

1 –Указанные для каждого класса герметичности методы и способы контроля могут быть применены и для классов с более высокой пороговой чувствительностью систем контроля, так методы и способы, применяемые в I классе контроля герметичности применимы также во II и последующих классах. Методы и способы, применяемые во II классе применимы для III и последующих классов (далее по аналогии);

2 - до $10^{-14} \text{ м}^3 \cdot \text{Па} / \text{с}$;

3 - при применении цеолитового насоса;

4 -при применении воды с ПАВ, спирта, фреон-113;

5 – при применении аммониевой или динатриевой соли флуоресцеина.

ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ОК ПРИ КОНТРОЛЕ ТЕЧЕИСКАНИЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ КАПИЛЛЯРНЫМ МЕТОДОМ

Класс герметичности	Величина течи		Толщины материала ОК, мм					
	(м ³ · Па)/с	(л · мкм рт.ст.)/с	0,5	1	5	10	20	40
Время выдержки (не менее) ОК в контакте с люминесцентным раствором								
III	$6,7 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-5}$	11 мин	21 мин	1ч 45мин	3,5 ч	7 ч	14 ч
IV	$6,7 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-3}$	9 мин	18 мин	1 ч	3,0 ч	6 ч	12 ч
V	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-2}$	2 мин	3 мин	15 мин	30 мин	1 ч	2 ч

**ПЕРЕВОД ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ В АБСОЛЮТНУЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПРИ НОРМАЛЬНОМ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ. ТОЧКИ
РОСЫ.**

Относительная влажность	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Температура воздуха [°C]	<u>абсолютная влажность г/м³ (сверху)</u> точка росы [°C](снизу)									
50	8,3	16,6	24,9	33,2	41,5	49,8	58,1	66,4	74,7	83
	8	19	26	32	36	40	43	45	48	50
45	6,5	13,1	19,6	26,2	32,7	39,3	45,8	52,4	58,9	65,4
	4	15	22	27	32	36	38	41	43	45
40	5,1	10,2	15,3	20,5	25,6	30,7	35,8	40,9	46	51,1
	1	11	18	23	27	30	33	36	38	40
35	4	7,9	11,9	15,8	19,8	23,8	27,7	31,7	35,6	39,6
	-2	8	14	18	21	25	28	31	33	35
30	3	6,1	9,1	12,1	15,2	18,2	21,3	24,3	27,3	30,4
	-6	3	10	14	18	21	24	26	28	30
25	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23
	-8	0	5	10	13	16	19	21	23	25
20	1,7	3,5	5,2	6,9	8,7	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3
	-12	-4	1	5	9	12	14	16	18	20
15	1,3	2,6	3,9	5,1	6,4	7,7	9	10,3	11,5	12,8
	-16	-7	-3	1	4	7	9	11	13	15
10	0,9	1,9	2,8	3,8	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5	9,4
	-19	-11	-7	-3	0	1	4	6	8	10
5	0,7	1,4	2	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8
	-23	-15	-11	-7	-5	-2	0	2	3	5
0	0,5	1	1,5	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,8
	-26	-19	-14	-11	-8	-6	-4	-3	-2	0
-5	0,3	0,7	1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4
	-29	-22	-18	-15	-13	-11	-8	-7	-6	-5
-10	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3
	-34	-26	-22	-19	-17	-15	-13	-11	-11	-10
-15	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,3	1,5	1,6
	-37	-30	-26	-23	-21	-19	-17	-16	-15	-15
-20	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	-42	-35	-32	-29	-27	-25	-24	-22	-21	-20
-25	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
	-45	-40	-36	-34	-32	-30	-29	-27	-26	-25