



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Машины и автоматизация сварочного  
производства»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
к проведению практических занятий  
по дисциплине

**«Диагностика и контроль  
качества сварных соединений»**

Автор

Коробцов А.С.

Ростов-на-Дону, 2015

## Аннотация

В данном методическом пособии рассмотрены понятие герметичности сварных швов, применяемые на практике методы контроля непроницаемости сварных соединений, чувствительность методов контроля.

Представлена классификация и сущность пневматических и гидравлических испытаний.

Изложены сущность, конструкция, технология, область применения и достоинства контроля герметичности сварных швов методом вакуумных камер. Испытание керосином и контроль течеисканием представлены как методы контроля герметичности сварных швов проникающими веществами.

Предназначено для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Оборудование и технология сварочного производства»

## Автор



д.т.н., профессор кафедры  
«Машины и автоматизация  
сварочного производства»  
Коробцов А.С.



## Содержание

Контроль герметичности сварных швов.....	4
Требования безопасности .....	4
Цель работы .....	4
Рабочее задание.....	4
1. Герметичность сварных швов .....	5
2. Гидравлический метод контроля сварных швов.....	6
3. Пневматический метод контроля сварных швов .....	8
4. Метод вакуумных камер .....	10
5. Испытание керосином.....	12
6. Контроль течеисканием .....	13
7. Содержание отчета .....	14

## КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СВАРНЫХ ШВОВ

### Требования безопасности

Перед допуском к проведению лабораторной работы все лица, участвующие в ее выполнении, должны пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале

### Цель работы

Ознакомиться с методами контроля герметичности сварных соединений, рассмотреть классификацию и сущность пневматических и гидравлических испытаний, изучить назначение, конструкцию и технологию контроля вакуум-камерой, разобраться со способами, ускоряющими проникновение керосина через несплошности.

### Рабочее задание

- ознакомиться с понятием герметичности, видами контроля непроницаемости сварных швов, чувствительностью метода контроля;
- изучить классификацию и сущность пневматических и гидравлических испытаний, область их применения;
- изучить назначение, конструкцию, технологию и достоинства контроля герметичности сварных швов вакуум-камерой;
- рассмотреть способы, ускоряющие проникновение керосина при контроле герметичности сварных швов.

## 1. ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СВАРНЫХ ШВОВ

Герметичность сварного соединения характеризуется его способностью препятствовать проникновению через него жидкости или газа. Обычно причиной негерметичности сварных швов является наличие в них сквозных дефектов: трещин, пор, непроваров, свищей, прожогов.

Герметичность является важным показателем качества для различных изделий и объектов. Это надводный и подводный флот, крупногабаритные реакторы, парогенераторы и микроминиатюрные изделия электронной техники, тепловые сети, холодильные промышленные установки и бытовые холодильники, бензобаки, насосы, емкости химического производства, подземные кабели и трубопроводы, пищевая тара и множество других изделий.

Методы контроля герметичности соединений назначают в зависимости от условий эксплуатации изделий, типа и габаритов конструкции, производительности метода, его стоимости. Контроль производится после изготовления конструкции или окончания монтажа.

Контроль герметичности сварных швов основан на способности газов и жидкостей проникать через сквозные несплошности в изделиях. Для проведения испытаний используют воду, воздух, керосин, аммиак, гелий и другие газы. Величину сквозного дефекта ввиду невозможности измерения его линейных размеров условно оценивают потоком пробного вещества, протекающего через дефект за единицу времени.

К основным методам контроля относятся: **гидравлический, пневматический, керосиновый, течеисканием, химический и люминесцентно-гидравлический.** Каждый вид контроля имеет свою оптимальную область применения и характеризуется определенными достоинствами и недостатками.

## 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ

Гидравлические испытания производятся следующими способами:

1. - гидравлическим давлением,
2. - наливом воды,
3. - поливом водой.

При испытании гидравлическим давлением изделие герметизируют (все отверстия в изделии плотно закрывают заглушками), через штуцер заполняют водой, и с помощью насоса создают необходимое заданное давление (контролируется по манометру). Затем испытываемое изделие выдерживают под избыточным давлением в течение 5-6 мин и снижают давление до рабочего, а околшовную зону на расстоянии 15-20 мм от шва обстукивают легкими ударами молотка с круглым бойком, чтобы не повредить основной металл. (Испытания проводят с соблюдением специальных мер безопасности на специальной площадке).

Участки шва, в которых была обнаружена течь, отмечают мелом. После слива воды дефектные участки ремонтируют и сварное изделие опять подвергается контролю на герметичность.

Испытания наливом воды проводятся для контроля герметичности сварных швов открытых емкостей, сосудов, резервуаров, не работающих при избыточном давлении. Контроль проводится в следующей последовательности. Сварные швы протирают и сушат, обдувая воздухом. Затем изделие заполняют водой и по истечении определенного времени (1 час и более) все швы с наружной стороны подвергают внешнему осмотру.

Испытания струей воды из шланга (метод поливом водой) проводят для крупногабаритных изделий и когда есть возможность доступа к сварным швам с двух сторон. С одной стороны, поливают водой из брандспойта (давление до 1 МПа), а с другой стороны производят внешний осмотр с целью выявления течей. Вертикальные соединения поливают снизу-вверх. Этот метод применяется, например, при проверке герметичности сварных швов корпусов судов и цилиндрических резервуаров.

Для лучшей выявляемости сквозных дефектов при гидравлических испытаниях на наружную поверхность изделия наносят индикаторное покрытие, в состав которого входит

## Диагностика и контроль качества сварных соединений

люминесцентное вещество, люминесцирующее при попадании на него воды, и сорбент, удерживающий воду в течение длительного времени. Дефектная зона на таком покрытии выявляется в ультрафиолетовом свете в виде зеленого свечения.

Следует отметить, что обычно испытания на герметичность совмещают с гидравлическими испытаниями изделия на прочность. В большинстве случаев для гидравлического испытания должна применяться вода температурой не ниже 5°C и не выше 40°C.

### 3. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ

Пневматическое испытание в соответствии с ГОСТ 3242-79 проводятся в случаях, специально оговоренных в проектной документации на испытуемое изделие или государственными правилами и стандартами, и осуществляются в тех случаях, когда имеется возможность создать избыточное давление в объекте контроля.

Пневматические испытания имеют несколько разновидностей:

1. Испытание сварных сосудов сжатым воздухом с выдержкой под давлением. Метод позволяет определить общую герметичность изделия. Величина давления задается техническими условиями на данное изделие и составляет 100-120% от рабочего давления. Негерметичность сосуда определяется по спаду давления при выдержке от 10 до 100 часов. Из-за возможного разрушения контролируемого объекта проведение испытаний требует соблюдения специальных мер безопасности.

2. Испытание сжатым воздухом с погружением в воду. Испытуемый сосуд, в котором создано избыточное давление воздуха погружают в воду.

Сквозные дефекты в швах обнаруживаются по наличию пузырьков воздуха, проходящих через несплошности шва в воду.

Метод применяется для небольших изделий, которые можно погрузить в ванну с водой.

3. Испытание сжатым воздухом с обмазкой швов мыльной пеной.

В контролируемом объекте создается избыточное давление, после чего на сварные швы наносят мыльную пену. Пенообразующие вещества наносят на поверхность швов кистью или пульверизатором. Составы пенообразующих веществ различают и применяют для летнего пользования и для соответствующей работы при отрицательных температурах до -30° С.

Дефектные места выявляются по образованию мыльных пузырей в результате утечки воздуха.

4. Испытание сварных швов при помощи струи сжатого воздуха.

## Диагностика и контроль качества сварных соединений

При испытании обратную сторону швов предварительно обмазывают мыльной пеной. Затем струю сжатого воздуха под давлением (порядка 0,5 МПа) направляют из шланга перпендикулярно поверхности шва. Сквозные дефекты в сварном шве выявляются по появлению мыльных пузырей с обратной стороны.

## 4. МЕТОД ВАКУУМНЫХ КАМЕР

Метод контроля с использованием вакуумных камер разработан в Институте электросварки им. Е.О. Патона и применяется для оценки герметичности отдельных участков сварных швов.

Вакуум создается в небольшом объеме, ограниченном стенками вакуумной камеры (рис.1).

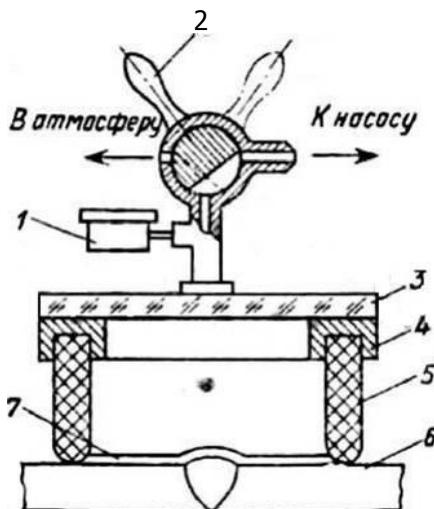


Рисунок 1. Схема контроля герметичности с помощью вакуумной камеры: 1 - вакуумметр, 2 - трехходовой кран (в двух положениях), 3 - оргстекло, 4 - металлическая рамка, 5 - губчатая резина-уплотнитель, 6 - контролируемое сварное соединение, 7 - пленка пенообразующего вещества

Существует несколько типоразмеров вакуумных камер, которые выбираются для контроля в зависимости от формы контролируемого изделия и типа соединения.

Поверхность шва перед установкой вакуумной камеры покрывают мыльным раствором (50 г мыла на 1 литр воды) или пенообразующим веществом. Для большей устойчивости мыльной пены в раствор добавляют глицерин (5г на 1литр воды).

С помощью вакуумного насоса в камере создается разрежение, величина которого контролируется вакуумметром. Под действием атмосферного давления камера плотно прижимается к контролируемому участку шва.

## Диагностика и контроль качества сварных соединений

Если в шве имеются сквозные дефекты, то воздух будет засасываться внутрь камеры. Место неплотности сварного шва обнаруживается по образованию пузырьков в нанесенном на сварное соединение мыльном или другом пенообразующем растворе. После снятия камеры дефектная зона отмечается на шве.

Метод контроля с применением вакуумных камер имеет следующие преимущества:

1. - позволяет контролировать сварные швы конструкций, имеющих форму незамкнутого объема, а также конструкций с односторонним доступом к ним;
2. - контроль можно проводить вслед за сваркой, не дожидаясь окончания изготовления конструкции;
3. - с целью механизированного перемещения вакуумной камеры она устанавливается на специальную тележку;
4. - контроль можно проводить как в заводских условиях, так и на монтаже крупногабаритных изделий.

Следует отметить, что возможно применение вакуумных камер при оценке герметичности керосином, что повышает чувствительность метода.

## 5. ИСПЫТАНИЕ КЕРОСИНОМ

Керосин обладает большой проникающей способностью благодаря незначительной вязкости и высоким смачивающим свойствам. Это позволяет керосину легко проникать в самые мелкие несплошности. В сварных швах сквозные поры и трещины представляют собой капиллярные трубки и керосин способен проникать через них на явлении капиллярности. Испытанием керосином можно выявить дефекты размером от 0,1 мм и выше. Контроль сварных соединений проводят в соответствии с ГОСТ 3242-79.

Испытание керосином выполняется следующим образом. Вначале осматривают сварной шов, очищают его от шлака, окалины и других загрязнений и простукивают молотком. Простукивание молотком способствует лучшему удалению шлака. Доступную для осмотра сторону сварного шва покрывают водной суспензией мела или каолина и подсушивают. Меловую суспензию готовят из расчета 350-450 г молотого просеянного мела на 1 дм<sup>3</sup> воды. После высыхания мелового раствора противоположную сторону шва обильно (2-5 раз) смачивают керосином. Дефекты в шве обнаруживаются по появлению жирных желтых пятен на окрашенной поверхности.

Таким методом испытывают, например, сосуды, работающие без внутреннего давления с толщиной стенки до 16 мм и размером дефекта свыше 0,1 мм. Продолжительность испытания должна составлять не менее 12 ч при положительной температуре и не менее 26 ч — при отрицательной.

Для повышения надежности контроля рекомендуют применять способы, ускоряющие проникновение керосина через несплошности:

1. Испытания многократным смачиванием.
2. Вибрация смоченных керосином сварных соединений.
3. Подогрев сварных соединений до температуры 60-70 градусов.
4. Вакуумирование или обдув сжатым воздухом швов, смоченных керосином.

## 6. КОНТРОЛЬ ТЕЧЕИСКАНИЕМ

Контроль течеисканием выполняют с применением пробных веществ, которые легко проникают в сквозные дефекты и фиксируются с помощью специальных приборов - течеискателей. Контроль герметичности течеисканием может быть применен для любых материалов любой толщины. Это наиболее чувствительный метод контроля, но из-за сложности его применяют обычно для особо ответственных изделий.

При использовании галоидного течеискателя в испытываемый сосуд подается смесь воздуха с галоидным газом (фреоном-12, четыреххлористым углеродом и др.). Эта смесь, находясь при небольшом избыточном давлении, проникает через неплотности наружу и отсасывается в течеискатель, в котором при наличии галоидного газа изменяется выход ионов с платинового анода в щупе-датчике, что регистрируется миллиамперметром и по звуку в телефоне.

При гелиевом течеискании пробным веществом является газ гелий, обладающий малым молекулярным весом и, следовательно, способностью проникать через мельчайшие неплотности.

При контроле герметичности внутри сосуда создают вакуум (до 10<sup>-3</sup> мм рт. ст), а снаружи его обдувают смесью воздуха с гелием, который обладает исключительной проникаемостью. Попавший внутрь гелий фиксируется течеискателем. По количеству уловленного гелия судят о герметичности сосуда. Данный метод контроля проводят тогда, когда невозможно выполнить другие виды испытаний.

## 7. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. - понятие герметичности, чувствительностью метода контроля герметичности сварных швов;
2. - классификация и сущность пневматических и гидравлических испытаний;
3. - конструкция, технология и достоинства контроля герметичности сварных швов вакуум-камерой;
4. - испытание керосином, способы, ускоряющие проникновение керосина при контроле герметичности сварных швов.