ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 60.6.3.21— 2020

Роботы и робототехнические устройства

РОБОТЫ ДЛЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Рабочие характеристики и соответствующие методы испытаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным автономным научным учреждением «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 141 «Робототехника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2020 г. № 1301-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, оформление, 2021

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Методы ремонта внутренней поверхности трубопровода . . . 1
5 Рабочие характеристики роботов для ремонта, подлежащие оценке . . . 2
6 Условия проведения испытаний . . . 2
6.1 Общие положения . . . 2
6.2 Условия окружающей среды . . . 2
6.3 Условия эксплуатации при проведении испытаний . . . 2
7 Требования к испытательному оборудованию . . . 2
8 Способность робота перемещаться в горизонтально расположенных трубах разного диаметра . . . 3
8.1 Цель . . . 3
8.2 Порядок проведения испытания . . . 3
9 Скорость перемещения робота в трубе . . . 3
9.1 Цель . . . 3
9.2 Порядок проведения испытания . . . 3
10 Способность робота перемещаться в трубопроводе, расположенном под наклоном к горизонтальной плоскости . . . 4
10.1 Цель . . . 4
10.2 Порядок проведения испытания . . . 4
11 Способность робота перемещаться в трубопроводе с углом изгиба 90° . . . 4
11.1 Цель . . . 4
11.2 Порядок проведения испытания . . . 5
12 Погрешность определения координат дефекта в трубопроводе . . . 5
12.1 Цель . . . 5
12.2 Порядок проведения испытания . . . 5
13 Качество ремонта роботом внутренней поверхности трубопровода . . . 5
13.1 Цель . . . 5
13.2 Порядок проведения испытаний . . . 5
14 Сила трения покоя для роботов, перемещающихся в вертикальных трубах . . . 6
14.1 Цель . . . 6
14.2 Порядок проведения испытания . . . 6

Введение

Требования стандартов комплекса ГОСТ Р 60 распространяются на роботов и робототехнические устройства. Целью стандартов является повышение интероперабельности роботов и их компонентов, а также снижение затрат на их разработку, производство и обслуживание за счет стандартизации и унификации процессов, интерфейсов, узлов и параметров.

Стандарты комплекса ГОСТ Р 60 представляют собой совокупность отдельно издаваемых стандартов. Стандарты данного комплекса относятся к одной из следующих тематических групп: «Общие положения, основные понятия, термины и определения», «Технические и эксплуатационные характеристики», «Безопасность», «Виды и методы испытаний», «Механические интерфейсы», «Электрические интерфейсы», «Коммуникационные интерфейсы», «Методы моделирования и программирования», «Методы построения траектории движения (навигация)», «Конструктивные элементы». Стандарты любой тематической группы могут относиться как ко всем роботам и робототехническим устройствам, так и к отдельным группам объектов стандартизации — промышленным роботам в целом, промышленным манипуляционным роботам, промышленным транспортным роботам, сервисным роботам в целом, сервисным манипуляционным роботам и сервисным мобильным роботам.

Настоящий стандарт относится к тематической группе «Виды и методы испытаний» и распространяется на сервисных мобильных роботов, предназначенных для ремонта магистральных трубопроводных систем холодного и горячего водоснабжения.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Роботы и робототехнические устройства

РОБОТЫ ДЛЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Рабочие характеристики и соответствующие методы испытаний

Robots and robotic devices. Robots for pipeline systems repair.
Performance criteria and related test methods

Дата введения — 2021—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает рабочие характеристики сервисных мобильных роботов, предназначенных для ремонта внутренней поверхности магистральных трубопроводных систем холодного и горячего водоснабжения с наружным диаметром от 426 мм до 1420 мм (по ГОСТ 10704) с помощью электросварки, лазерной сварки или нанесения восстанавливающих покрытий, и методы испытаний для их оценки.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 10704 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент
ГОСТ Р 60.0.0.4 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 60.0.0.4.

4 Методы ремонта внутренней поверхности трубопровода

4.1 Метод электросварки применяют для ремонта металлических трубопроводов. Он состоит в нагреве и расплаве металла с помощью электрической дуги. После завершения процедуры сварки и остывания металла проводят механическую шлифовку внутренней поверхности трубопровода.

4.2 Метод лазерной сварки аналогичен изложенному в 4.1, но для разогрева и расплава металла используют излучение лазера.

Издание официальное

4.3 Метод восстанавливающих покрытий используют на любых трубопроводах, включая пластиковые. В трещины или отверстия в трубопроводе вносят специальный восстанавливающий состав. После его затвердевания проводят механическую шлифовку внутренней поверхности трубопровода в зоне ремонта.

5 Рабочие характеристики роботов для ремонта, подлежащие оценке

В настоящем стандарте установлены методы тестирования следующих рабочих характеристик роботов для ремонта трубопроводных систем:

- способность робота перемещаться в горизонтально расположенных трубах разного диаметра;
- способность робота перемещаться в трубопроводе, расположенном под наклоном к горизонтальной плоскости;
- способность робота перемещаться в трубопроводе с углом изгиба 90°;
- скорость перемещения робота в трубопроводе;
- точность позиционирования робота в трубопроводе;
- качество ремонта роботом внутренней поверхности трубопровода;
- сила трения покоя для роботов, перемещающихся в вертикальных трубах.

6 Условия проведения испытаний

6.1 Общие положения

Робот должен быть полностью собран, достаточно заряжен и работоспособен. Все тесты самодиагностики должны быть успешно выполнены. Следует также обеспечить безопасную работу робота на протяжении всех испытаний.

Испытаниям должна предшествовать подготовка к эксплуатации, установленная заводом-изготовителем.

Все условия, определенные в данном разделе, должны быть выполнены для проведения испытаний, установленных в настоящем стандарте, если иное не указано в конкретных пунктах.

6.2 Условия окружающей среды

Во время всех испытаний должны поддерживаться следующие условия окружающей среды:

- температура окружающей среды — от 10 °С до 30 °С;
- относительная влажность — от 0 % до 80 %.

Если условия окружающей среды, установленные заводом-изготовителем, не соответствуют данным условиям, то это должно быть отражено в протоколе испытаний.

6.3 Условия эксплуатации при проведении испытаний

Все рабочие характеристики следует измерять при нормальных условиях эксплуатации. Если характеристики измеряют при других условиях, то это должно быть отражено в протоколе испытаний.

Во всех испытаниях робота его необходимо испытывать при движении с номинальной скоростью и под воздействием номинальной нагрузки, если не указано иное.

7 Требования к испытательному оборудованию

7.1 Тестирование следует проводить на специальном испытательном участке, на котором расположены элементы трубопровода, указанные в 7.1.1—7.1.3.

7.1.1 Десять отрезков горизонтально расположенных труб длиной 6 м с толщиной стенки 10 мм со следующими значениями наружного диаметра, мм (по ГОСТ 10704): 426, 530, 630, 720, 820, 920, 1020, 1120, 1220, 1420.

7.1.2 Два Г-образных элемента трубопровода с толщиной стенок 10 мм и наружными диаметрами 630 мм и 1120 мм, плечи которых расположены под углом 90° и имеют длину 4 м каждое.

7.1.3 Два отрезка горизонтально расположенных труб длиной 4 м с толщиной стенки 10 мм и значениями наружного диаметра 630 мм и 1120 мм. Каждый отрезок представляет собой не менее половины трубы, вырезанной по ее длине, для обеспечения возможности определения качества ремонта и повторного нанесения заданных дефектов, которые должны быть образованы на ее внутренней поверхности.

7.2 В состав испытательного участка должны входить следующие механизмы, оборудование и приспособления:

- мобильный стреловой кран на колесном или гусеничном ходу для перемещения труб;
- механизм, обеспечивающий изменяемый угол наклона трубы;
- специальная рама с выдвижными защитными щитами для закрепления отрезка трубы в вертикальном положении;
- приборы ультразвукового и визуально-измерительного контроля;
- набор специальных накладок (не менее трех), имитирующих дефекты трубопровода;
- измерительный прибор для определения координат накладки, точность которого должна не менее чем на порядок превышать точность определения координат роботом;
- весы с диапазоном измерения, достаточным для определения массы робота;
- динамометр с диапазоном измерения, достаточным для определения прикладываемого к роботу усилия.

8 Способность робота перемещаться в горизонтально расположенных трубах разного диаметра

8.1 Цель

Целью данного испытания является определение минимального и максимального диаметра трубы, по которой робот способен перемещаться, а также способность робота перемещаться в прямом и обратном направлении.

8.2 Порядок проведения испытания

8.2.1 Робота размещают в трубе наименьшего диаметра, в которой он может быть установлен.

8.2.2 Робот должен три раза переместиться от начала до конца трубы и обратно при выключенном режиме ремонта. Если робот способен перемещаться только в одном направлении, то робота извлекают из трубы, когда он доходит до ее конца, и размещают в начале трубы для продолжения выполнения задания. При этом в протоколе испытаний отмечают, что робот способен перемещаться только в одном направлении.

8.2.3 Если робот не смог выполнить задание по 8.2.2, то его размещают в следующей трубе большего диаметра и повторяют действия по 8.2.2 и 8.2.3.

8.2.4 Если робот успешно выполнил задание, то диаметр данной трубы отмечают в протоколе испытаний как наименьший диаметр трубы, в которой робот способен перемещаться.

8.2.5 Робота размещают в следующей трубе большего диаметра, и он выполняет задание по 8.2.2.

8.2.6 Если робот успешно выполнил задание и данная труба не является трубой с наибольшим диаметром 1420 мм, то его размещают в следующей трубе большего диаметра и повторяют действия по 8.2.5 и 8.2.6.

8.2.7 Если данная труба имеет наружный диаметр 1420 мм, то в протоколе испытаний его отмечают как максимальный диаметр трубы, в которой робот способен выполнять перемещаться. На этом испытание заканчивают.

8.2.8 Если робот не смог выполнить задание, то в протоколе испытаний указывают диаметр предыдущей трубы, в которой робот успешно выполнил задание, как максимальный диаметр трубы, в которой робот способен перемещаться. На этом испытание заканчивают.

9 Скорость перемещения робота в трубе

9.1 Цель

Целью данного испытания является определение скорости, с которой робот способен перемещаться в горизонтально расположенном трубопроводе. Скорость перемещения робота вычисляют по затраченному времени на прохождение трубы известной длины.

9.2 Порядок проведения испытания

9.2.1 Робота размещают в начале трубы наименьшего диаметра, в которой он может перемещаться.

9.2.2 Робот должен три раза переместиться от начала до конца трубы при выключенном режиме ремонта. Время перемещения робота фиксируют при помощи секундомера. Среднее время перемещения робота определяют усреднением трех значений, полученных в трех попытках выполнения задания. Скорость перемещения робота в трубе при выключенном режиме ремонта вычисляют по формуле

$$V = L/T,$$

где V — скорость перемещения робота,

L — длина трубы,

T — среднее время прохождения трубы роботом.

Полученное значение скорости указывают в протоколе испытаний.

9.2.3 Робота размещают в трубе наибольшего диаметра, в которой он может выполнять операцию ремонта.

9.2.4 Повторяют испытания по 9.2.2. На этом испытания заканчивают.

10 Способность робота перемещаться в трубопроводе, расположенном под наклоном к горизонтальной плоскости

10.1 Цель

Целью данного испытания является определение максимального угла наклона трубопровода, при котором робот способен выполнять операцию ремонта.

10.2 Порядок проведения испытания

10.2.1 Робота размещают в трубе наименьшего диаметра, в которой он способен перемещаться.

10.2.2 Трубу устанавливают с помощью специального механизма под углом 10° к горизонтальной поверхности.

10.2.3 Робот выполняет задание в соответствии с 8.2.2.

10.2.4 Если рассчитанная скорость перемещения робота составляет не менее 30 % от скорости перемещения в горизонтальной трубе, то угол наклона трубы увеличивают на 10° и повторяют действия по 10.2.2.

Примечание — Если угол наклона трубы равен 90°, то данный угол регистрируют в протоколе испытаний в качестве предельного угла наклона трубопровода, в котором данный робот способен перемещаться, и испытания на этом заканчивают.

10.2.5 Если скорость перемещения робота составляет менее 30 % от скорости перемещения в горизонтальной трубе или он вообще не смог дойти до конца трубы, то угол уменьшают на 5°, и робот вновь выполняет задание по 8.2.2.

10.2.6 Если скорость перемещения робота превышает величину 30 % от скорости движения в горизонтальной трубе, то данный угол регистрируют в протоколе испытаний в качестве предельного угла наклона трубопровода, в котором данный робот способен перемещаться, и испытания заканчивают.

10.2.7 Если скорость перемещения робота по-прежнему составляет менее 30 % от скорости перемещения в горизонтальной трубе, то в качестве предельного угла наклона трубопровода в протоколе испытаний регистрируют последнее значение угла, кратного 10°, при котором скорость движения робота составляла не менее 30 % от скорости перемещения в горизонтальной трубе, и испытания заканчивают.

10.2.8 Робота размещают в трубе наибольшего диаметра, в которой он может выполнять операцию ремонта. Повторяют действия, начиная с 10.2.2.

11 Способность робота перемещаться в трубопроводе с углом изгиба 90°

11.1 Цель

Целью данного испытания является определение способности робота перемещаться в трубопроводе с углом изгиба 90°.

11.2 Порядок проведения испытания

11.2.1 Способность робота перемещаться в трубопроводе с углом изгиба 90° определяют на двух Г-образных элементах трубопровода, плечи которых расположены под углом 90° и имеют длину по 4 м каждое. Испытания на способность перемещаться в трубопроводе с вертикально расположенным плечом проводят только с роботами, способными перемещаться в вертикально расположенных трубопроводах (см. раздел 10).

11.2.2 Если робот способен перемещаться в трубах диаметром от 426 мм до 820 мм, то его помещают в Г-образный элемент трубопровода с наружным диаметром 630 мм, оба плеча которого расположены горизонтально.

11.2.3 Робот выполняет задание в соответствии с 8.2.2 при выключенном режиме ремонта.

11.2.4 С помощью крана Г-образный элемент трубопровода располагают так, чтобы его второе плечо располагалось вертикально.

11.2.5 Робота размещают в начале горизонтального плеча Г-образного элемента трубопровода, и он выполняет задание в соответствии с 8.2.2.

11.2.6 Результаты испытаний заносят в протокол. На этом испытания заканчивают.

11.2.7 Если робот способен перемещаться в трубах диаметром от 920 мм до 1420 мм, то его помещают в Г-образный элемент трубопровода с наружным диаметром 1120 мм, оба плеча которого расположены горизонтально.

11.2.8 Испытания проводят в соответствии с 11.2.3—11.2.6.

12 Погрешность определения координат дефекта в трубопроводе

12.1 Цель

Целью данного испытания является оценка погрешности определения координат дефекта в трубопроводе.

12.2 Порядок проведения испытания

12.2.1 Испытания проводят на двух трубах с наименьшим и наибольшим наружным диаметром, в которых способен перемещаться данный робот.

12.2.2 На внутреннюю поверхность трубы наклеивают в фиксированных местах три специальные накладки, имитирующие дефекты трубопровода, которые способен обнаружить робот. Координаты накладок заносят в протокол испытаний.

12.2.3 Робота помещают в начало первой трубы.

12.2.4 Робот перемещается от начала трубы до момента обнаружения первой накладки. Используя данные внутренней навигационной системы и системы диагностики, робот определяет координаты накладки и перемещает к ее поверхности манипулятор с ремонтным оборудованием.

12.2.5 Робот продолжает движение по трубе, последовательно обнаруживая и определяя координаты второй и третьей накладки.

12.2.6 Процедуры 12.2.3—12.2.5 повторяют еще два раза.

12.2.7 Погрешность определяют как наибольшее отклонение измеренного значения от истинного значения координат накладки. Данные заносят в протокол.

12.2.8 Робота помещают в начало второй трубы и повторяют действия в соответствии с 12.2.4—12.2.7.

12.2.9 На этом испытания заканчивают.

13 Качество ремонта роботом внутренней поверхности трубопровода

13.1 Цель

Целью данного испытания является оценка качества проведения ремонта внутренней поверхности трубопровода, которая характеризуется процентом устраненных дефектов.

13.2 Порядок проведения испытаний

13.2.1 Испытания проводят на одном из двух отрезков трубы длиной 4 м с заранее нанесенными заданными дефектами (см. 7.1.3).

13.2.2 Если робот способен перемещаться в трубах диаметром от 426 мм до 820 мм, то его помещают в горизонтально расположенный отрезок трубы с наружным диаметром 630 мм.

13.2.3 Задают координаты дефектов.

13.2.4 Робот перемещается вдоль отрезка трубы и последовательно выполняет операцию ремонта, устраняя все заданные дефекты и осуществляя процедуру шлифовки.

13.2.5 По окончании выполнения задания по 13.2.4 проводят визуальный и ультразвуковой контроль выполненных работ и определяют процент устраненных дефектов.

13.2.6 Результаты испытаний заносят в протокол. На этом испытания заканчивают.

13.2.7 Если робот способен перемещаться в трубах диаметром от 920 мм до 1420 мм, то его помещают в горизонтально расположенный отрезок трубы с наружным диаметром 1120 мм.

13.2.8 Выполняют задания по 13.2.3—13.2.5.

13.2.9 Результаты испытаний заносят в протокол. На этом испытания заканчивают.

14 Сила трения покоя для роботов, перемещающихся в вертикальных трубах

14.1 Цель

Целью данного испытания является определение силы трения покоя для роботов, способных перемещаться в вертикально расположенных трубопроводах.

14.2 Порядок проведения испытания

14.2.1 Испытания проводят на двух трубах с наименьшим и наибольшим наружным диаметром, в которых способен перемещаться данный робот.

14.2.2 Определяют массу робота путем его взвешивания.

14.2.3 С помощью крана трубу наименьшего диаметра устанавливают вертикально и закрепляют на специальной раме.

14.2.4 Робота помещают в нижней части трубы.

14.2.5 На расстоянии 50 мм от торца трубы вдвигают защитные щиты, имеющие центральное отверстие и предохраняющие робота от падения на землю.

14.2.6 Через центральное отверстие к роботу прикладывают фиксируемое усилие в вертикальном направлении до тех пор, пока он остается в состоянии покоя.

14.2.7 За величину силы трения покоя принимают сумму веса робота и приложенного внешнего усилия, при котором робот еще оставался неподвижным.

14.2.8 С помощью крана трубу наибольшего диаметра устанавливают вертикально и закрепляют на специальной раме.

14.2.9 Испытания повторяют в соответствии с 14.2.4—14.2.7.

14.2.10 Результаты испытаний заносят в протокол. На этом испытания заканчивают.

УДК 621.865.8:007.52:006.86:006.354 ОКС 25.040.30

Ключевые слова: роботы, робототехнические устройства, трубопроводные системы, ремонт трубопроводных систем, рабочие характеристики, методы испытаний

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 16.12.2020. Подписано в печать 18.01.2021. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,26.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru