Aprobados por  
 la orden del Servicio Federal de   
Supervisión Ambiental, Tecnológica y   
Nuclear   
del 14 de noviembre de 2018. No. 553

CÓDIGOS Y ESTÁNDARES FEDERALES   
EN EL CAMPO DE USO DA LA ENERGÍA ATÓMICA "LAS REGLAS DE CONTROL   
DEL METAL DE LOS EQUIPOS Y TUBERÍAS DE   
LAS INSTALACIONES NUCLEARES DURANTE LA FABRICACIÓN Y MONTAJE"

(NP-105-18)

I. Finalidad y el campo de aplicación

1. Estos códigos y estándares federales en el campo de uso de la energía atómica "Las reglas de control del metal de los equipos y tuberías de las instalaciones nucleares durante la fabricación y montaje" (NP-105-18) (en adelante, Reglas) se han desarrollado de acuerdo con la Ley Federal del 21 noviembre del año 1995 No. 170-FZ "Sobre el uso de la energía nuclear", Reglamento sobre el desarrollo y la aprobación de los códigos y estándares federales en el uso de la energía nuclear, aprobado por resolución del Gobierno de la Federación de Rusia del 1 de diciembre de 1997 No. 1511 (Recopilación de la legislación de la Federación de Rusia, 1997, No. 49, artículo 5600; 2012, No. 51, artículo 7203).

2. Estas Reglas establecen los requisitos para el control (orden de realización, tipos, volúmenes, métodos, normas de evaluación de la calidad según los resultados de control) del estado del metal base, metal de las juntas soldadas y metal de las superficies recargadas por soldadura (en adelante, metal, si no se estipula otro) durante la construcción, diseño, fabricación y montaje de los indicados en el punto 3 de estas Reglas equipos y tuberías de las instalaciones nucleares.

3. En la fabricación y montaje debe realizarse el control del estado de los metales:

a) de equipos y tuberías, sujetos a los códigos y estándares federales en el campo del uso de la energía nuclear "Reglas de instalación y operación segura de equipos y tuberías de centrales nucleares" (NP-089-15), aprobados por orden del Servicio federal de Supervisión Ambiental, Tecnológica y Nuclear de 16 de diciembre del 2015 No. 521 y registrados por el Ministerio de Justicia de Rusia el 9 de febrero del año 2015. No. 41010 (en adelante, NP-089-15);

b) de equipos y tuberías, que operan bajo presión excesiva, hidrostática o vacuométrica y que se refieren a los componentes de tercera clase de seguridad tecnológica, que no están cubiertos por NP-089-15;

c) soportes, suspensiones, elementos de sujeción de los equipos y tuberías indicados en los apartados "a" y "b" del presente punto;

d) dispositivos internos de reactores de agua a presión y reactores de neutrones rápidos;

e) las estructuras metálicas de las piscinas de retención, las piscinas de trasbordo y almacenamiento de combustible nuclear gastado de las instalaciones de propulsión atómica.

4. El fabricante y (o) organización de montaje deben controlar el estado del metal de los equipos y tuberías de acuerdo con la documentación tecnológica de realización del control, desarrollada con sujeción a los requisitos de los documentos de diseño.

5. Los documentos de diseño están sujetos a la evaluación de cumplimiento en forma de escrutinio en la parte perteneciente al control del estado de metal.

6. La documentación tecnológica de realización del control (en adelante, la documentación tecnológica) de los equipos, piezas y unidades de montaje de tuberías, fabricadas (montadas) antes de puesta en vigor de estas Reglas, o que se encuentran en fabricación (montaje) al momento de su puesta en vigor, no está sujeta a reprocesamiento.

7. El control del estado del metal de los equipos y tuberías en la fabricación y montaje debe realizarse por el personal que ha pasado la preparación correspondiente teórica y práctica y admitido para el trabajo independiente de acuerdo con el procedimiento establecido por el GOST P-50.05.11-2018 "Sistema de evaluación del cumplimiento en el campo de uso de la energía atómica. Personal que realiza control no destructivo y destructivo de metales. Requisitos y procedimiento para la confirmación de la conformidad", aprobado por la orden de la Agencia Federal de Regulación Técnica y Metrología del 6 de marzo de 2018 No. 122-st (Standartinform, 2018).

8. Los términos y definiciones utilizados están referidos en el anexo No. 1 de las presentes Reglas.

II. Requisitos generales para el control

9. El control del estado del metal de los equipos y tuberías en la fabricación y montaje debe realizarse para:

a) revelar las discontinuidades del metal;

b) determinar las características mecánicas del metal;

c) determinar la composición química y estructura del metal;

d) determinar las dimensiones geométricas de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura.

10. Los resultados del control deben fijarse en los registros e informes del fabricante y (u) organización de montaje.

11. El control del estado del metal se debe realizar por métodos no destructivos y destructivos.

12. Los volúmenes, zonas y métodos de control del estado del metal deben indicarse en los documentos de diseño.

13. Los defectos del metal de piezas y unidades de montaje de los equipos y tuberías se eliminan según el procedimiento establecido por los documentos de unificación para el metal base y códigos y estándares federales en el campo de uso de la energía atómica, que reglamentan los requisitos para la soldadura y recargue por soldadura de los equipos y tuberías de las instalaciones nucleares.

14. No se permiten las grietas, desprendimientos, quemaduras, fistulas, desbordamientos, agujeros de encogimiento, soldaduras defectuosas, socavados, acumulaciones, inclusiones no aisladas, salpicaduras de metal revelados durante el control visual de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura. No se permite el color pajizo, marrón o azul del revenido en las superficies recargadas por soldadura de las aleaciones de titanio.

15. El control del estado del metal de los equipos y tuberías, la realización del cual después del cumplimiento de las operaciones de armado o montaje está limitada o imposible, debe realizarse antes del inicio del montaje o antes de terminarse la correspondente operación de montaje.

III. Las categorías de las juntas soldadas   
(superficies recargadas por soldadura)

16. Las categorías de las juntas soldadas se consignan por la organización de diseño (de proyecto) según los criterios referidos en los puntos 17-23 de estas Reglas, y se indican en los documentos de diseño (de proyecto).

17. Para las juntas soldadas de los equipos y tuberías de las instalaciones nucleares con los reactores de agua a presión y reactores de tipo canal se establecen las siguientes categorías de las juntas soldadas:

a) categoría I - las juntas soldadas de equipos y tuberías del grupo A;

b) categoría II - las juntas soldadas de equipos y tuberías del grupo B, que están en contacto con el caloportador radiactivo;

c) categoría III - las juntas soldadas de equipos y tuberías del grupo B, que no están en el contacto con el caloportador radiactivo, así como las juntas soldadas de equipos y tuberías del grupo C.

18. Las juntas soldadas de categoría II y III de equipos y tuberías de las instalaciones nucleares con los reactores de agua a presión y reactores de tipo canal en dependencia de la presión de operación se dividen en las siguientes subcategorías:

a) subcategoría IIa - las juntas soldadas que funcionan bajo presión superior a 5 MPa;

b) subcategoría IIb - las juntas soldadas que funcionan bajo presión de hasta 5 MPa inclusive;

c) subcategoría IIIa - las juntas soldadas que funcionan bajo presión superior a 5 MPa;

d) subcategoría IIIb - las juntas soldadas que funcionan bajo presión de 1,7 MPa a 5 MPa inclusive;

e) subcategoría IIIc - las juntas soldadas que funcionan bajo presión de 1,7 MPa y a la inferior de la presión atmosférica (al vacío).

19. Para las juntas soldadas de equipos y tuberías de las instalaciones nucleares con los reactores de neutrones rápidos con el metal líquido refrigerante de sodio se establecen las siguientes categorías de las juntas soldadas:

a) categoría In - las juntas soldadas de equipos y tuberías de grupo A, así como de grupo B, si hay requisitos en los documentos de diseño;

b) categoría IIn - las juntas soldadas de equipos y tuberías de grupo B, que están en contacto con el metal líquido refrigerante y gas <1> (salvo las pertenecientes a la categoría In);

--------------------------------

<1> El gas es el argón usado para la sobrealimentación, y (o) vapores del caloportador.

c) categoría II - las juntas soldadas de equipos y tuberías de grupo B, que no están en contacto con el metal líquido refrigerante y gas;

d) categoría III - las juntas soldadas de equipos y tuberías de grupo C.

20. Las juntas soldadas de categorías IIn y II de equipos y tuberías de las instalaciones nucleares con los reactores de neutrones rápidos con el metal líquido refrigerante de sodio en función de las condiciones de explotación se dividen en las siguientes subcategorías:

a) subcategoría IIna - las juntas soldadas que están en contacto con el metal líquido refrigerante y (o) gas, que funcionan en la temperatura superior a 350 °C independientemente de la presión;

b) subcategoría IInb - las juntas soldadas que están en contacto con el metal líquido refrigerante y/o gas en la temperatura de hasta 350 °C inclusive, independientemente de la presión (salvo las juntas soldadas pertenecientes a la subcategoría IInc);

c) subcategoría IInc - las juntas soldadas que están en contacto con gas y funcionan bajo presión de hasta 0,07 MPa inclusive y temperatura de hasta 150°C inclusive;

d) subcategoría IIa - las juntas soldadas que no están en contacto con el metal líquido refrigerante y gas, que funcionan en la presión de operación superior a 2 MPa;

e) subcategoría IIb - las juntas soldadas que no están en contacto con el metal líquido refrigerante, que funcionan bajo presión de operación de hasta 2 MPa inclusive.

Las juntas soldadas de categoría III se dividen en las subcategorías IIIa, IIIb y IIIc, idénticas a las subcategorías indicadas en los apartados "c" - "e" del punto 18 de estas Reglas.

21. Para las juntas soldadas no cargadas con la presión de piezas con equipos y tuberías, las categorías se consignan de acuerdo con los puntos 17 - 20 de estas Reglas.

Los requisitos del presente punto no se aplican a las juntas soldadas de equipos y tuberías con las piezas usadas en el mantenimiento (suelos, escaleras) y en los sistemas de medición (soportes). La necesidad y volumen de control de las juntas soldadas indicadas se establecen por los documentos de diseño.

22. La categoría de las juntas soldadas a tope de los componentes no reemplazables de los dispositivos interiores situados en la zona de exposición en la fluencia de neutrones diseñada superior a 1,5·1025 neutr/m2 (E base_1_314293_32768 0,1 MeV) debe establecerse equivalente a:

a) II - para los reactores de agua a presión;

b) IIn - para los reactores de neutrones rápidos con el metal líquido refrigerante de sodio.

23. La categoría IIIc se establece para las juntas soldadas:

a) de los equipos y tuberías que funcionan bajo presión excesiva o vacuométrica y pertenecientes a los componentes de tercera clase de seguridad tecnológica, a los que no se aplican los códigos y estándares federales en el campo de uso de la energía atómica;

b) de las piezas de soportes y suspensiones de equipos y tuberías indicadas en los puntos 17 - 20 de estas Reglas, y en el apartado "a" de este punto;

c) las estructuras metálicas de las piscinas de retención, las piscinas de trasbordo y almacenamiento de combustible nuclear gastado de las instalaciones de propulsión atómica.

El apartado "b" de este punto no se aplica a las juntas soldadas indicadas en el punto 21 de estas Reglas.

24. El volumen del control no destructivo del metal de la superficie recargada por soldadura de los bordes a soldar y las normas de evaluación de la calidad por los resultados del control se establecen según las categorías de la correspondiente junta soldada.

25. No se consignan las categorías durante el control no destructivo del metal de las superficies anticorrosivas y de sellado recargadas por soldadura.

26. La organización de diseño (de proyecto) puede consignar las categorías de las juntas soldadas a las que se plantean los requisitos de seguridad tecnológica más altos que los establecidos en los puntos 17 - 23 de estas Reglas (salvo el apartado "a" del punto 17 y apartado "a" del punto 19 de estas Reglas).

27. No se establecen por estas Reglas las categorías de las juntas soldadas para los equipos y tuberías no indicadas en los puntos 17 - 20, 22 y 23 de estas Reglas. Los métodos y volúmenes de control del metal se establecen por la organización de diseño (de proyecto) en los documentos de diseño, y las normas de evaluación de calidad deben corresponder a las normas establecidas para las juntas soldadas de categoría III.

IV. Los medios y procedimientos de control

28. Al realizar el control no destructivo del estado del metal deben aplicarse los procedimientos de control unificados estandarizados, incluidos en la lista consolidada de documentos de unificación en el campo del uso de la energía atómica, aplicados de manera obligatoria (en adelante, la Lista consolidada), estipulada por el Reglamento sobre unificación para los productos (trabajos, servicios), que establece requisitos coherentes con la garantía de la seguridad tecnológica en el campo del uso de la energía atómica, así como los procesos y otros objetos de unificación, coherentes con dichos tipos de productos, aprobado por la resolución del Gobierno de la Federación de Rusia el año 2016 de 12 de julio No. 669 (Recopilación de la legislación de la Federación Rusa, 2016, No. 29, art. 4839). Es posible aplicar otros procedimientos de control después del procedimiento de evaluación del cumplimiento en forma de pruebas.

Los medios usados de control del estado del metal deben cumplir los requisitos de los procedimientos unificados estandarizados de control.

29. El soporte metrológico del control del estado del metal de equipos y tuberías debe realizarse de acuerdo con la legislación sobre la garantía de uniformidad de las mediciones.

V. Los materiales aplicados para realizar   
el control no destructivo

30. Los materiales aplicados para realizar el control no destructivo deben someterse al control de entrada. Los resultados del control de entrada deben registrarse en las plantillas de registro y (o) documentarse en actas.

31. Los materiales aplicados para realizar el control no destructivo deben cumplir los requisitos de los documentos de unificación de dichos materiales.

32. La organización que realiza el control debe establecer la orden de trabajo con los materiales, organizar su registro y garantizar las condiciones necesarias para su almacenamiento.

VI. Los métodos del control no destructivo

33. El control no destructivo debe realizarse según los métodos que se describen a continuación:

a) la inspección visual e instrumental, incluso por televisión;

b) la inspección con líquidos penetrantes;

c) la inspección por partículas magnéticas;

d) la comprobación ultrasónica;

e) la inspección de estanqueidad;

f) la inspección radiográfica;

g) el control de medición por molde de referencia metálico (bola);

h) el control de dureza;

i) el control por corriente de Foucault.

34. Se permite aplicar otros métodos de control que han pasado la evaluación de cumplimiento en forma de pruebas si hay normas de evaluación de calidad según los resultados del correspondiente método de control.

VII. El control no destructivo de las juntas soldadas   
y superficies recargadas por soldadura

35. Los métodos y volúmenes del control no destructivo de las juntas soldadas (superficies recargadas por soldadura) y normas de evaluación de la calidad según los resultados de control se establecen por la organización de diseño (proyecto) con sujeción a las categorías de las juntas soldadas (superficie recargada por soldadura).

Inspección visual e instrumental

36. La inspección visual e instrumental debe realizarse antes del control por otros métodos.

37. El control de medición de las juntas soldadas y bordes anticipadamente recargados por soldadura debe realizarse con el paso máximo de 1,0 m y al menos en tres puntos de cada la junta soldada y borde anticipadamente recargado por soldadura.

38. Si en un producto hay más de cincuenta juntas soldadas de un tipo de tuberías con el diámetro exterior nominal de hasta 90,0 mm inclusive, se permite reducir el volumen del control de medición de hasta 10 por ciento del número total de las juntas soldadas sujetas a medición y hasta una sola medición en cada la junta soldada controlada.

39. En las superficies cilíndricas el control de medición del grosor del recargue anticorrosivo por soldadura debe realizarse al menos cada 0,5 m en dirección axial y cada 60° de circunferencia en el recargue por soldadura manual y 90° en el recargue por soldadura automática. En las superficies planas y esféricas de los recargues anticorrosivos hay que realizar al menos una medición en cada la parte de 0,5 x 0,5 m en el recargue por soldadura manual y en cada la parte de 1,0 m de longitud (en dirección al recargue) y de 0,5 m de anchura en el recargue por soldadura automática.

40. El control visual de las superficies de sello y de guía debe realizarse por toda el área, incluso las superficies laterales y la zona de soldadura con el metal base, el control de medición - de acuerdo con la documentación tecnológica.

Inspección con líquidos penetrantes

41. La clase de sensibilidad en la inspección con líquidos penetrantes debe establecerse en los documentos de diseño.

42. Para las juntas soldadas de categorías I, In, II, IIn y para los recargues por soldadura anticorrosivos, así como para todas las categorías de las juntas soldadas de las piezas de aleaciones de titanio y aluminio se establece la segunda clase de sensibilidad.

Inspección por partículas magnéticas

43. El nivel de sensibilidad para la inspección por partículas magnéticas debe establecerse en los documentos de diseño. Para las juntas soldadas de categorías I, In, II, IIn se establece el nivel de sensibilidad B.

44. A la inspección por partículas magnéticas deben someterse las juntas soldadas de las piezas y unidades de montaje de los equipos y tuberías de los aceros perlíticos y (o) aceros de alto cromo, así como los bordes de las piezas, recargados anticipadamente por soldadura de los materiales perlíticos y (o) de alto cromo.

Inspección radiográfica

45. La inspección radiográfica de las juntas soldadas se realiza a través de una sola pared, si no hay la posibilidad técnica - a través de dos paredes. La falta de posibilidad técnica de la inspección radiográfica se establece en los documentos de diseño.

46. La sensibilidad del control se establece según el espesor de radiación. En la radiografía a través de dos paredes la sensibilidad del control se establece según el grosor nominal sumario de estas dos paredes.

Comprobación ultrasónica

47. En la comprobación ultrasónica hay que preferir la aplicación de los medios de control con fijación automática de resultados y de los médios de control automatizados.

48. En los recargues por soldadura anticorrosivos debe controlarse la zona de soldadura de la superficie recargada con el metal base y (o) con el metal de la costura (en el recargue por encima de la zona de costura). El metal bajo el recargue debe controlarse si lo requieren los documentos de diseño.

49. En las juntas soldadas de los aceros plaqueados hay que controlar el metal de las juntas soldadas, la zona de soldadura de la superficie recargada con el metal de la junta y metal base en las partes adyacentes a la junta soldada.

Control por molde de referencia metálico (bola)

50. El control de las juntas soldadas por molde de referencia (bola) debe realizarse para las tuberías con el diámetro interior nominal no más de 70,0 mm si lo requieren los documentos de diseño.

Inspección de estanqueidad

51. La inspección de estanqueidad se realiza en los casos previstos por los documentos de diseño.

52. A la inspección de estanqueidad están sujetas las juntas soldadas de acero y aleaciones de hierro-níquel con el grosor nominal de la más delgada de las piezas soldadas de hasta 8,0 mm inclusive, y a la inspección de estanqueidad de la juntas soldadas de las piezas de las aleaciones de aluminio - de hasta 10,0 mm inclusive.

53. La clase de estanqueidad se determina de acuerdo con la tabla No. 1 de estas Reglas.

Tabla No. 1

|  |  |
| --- | --- |
| Clase de estanqueidad | Los valores mínimos de fuga sumaria, m3Pa/s |
| I | de 6,7 x 10-11 a 6,7 x 10-10 |
| II | de 6,7 x 10-10 a 6,7 x 10-9 |
| III | de 6,7 x 10-9 a 6,7 x 10-7 |
| IV | de 6,7 x 10-7 a 6,7 x 10-6 |
| V | de 6,7 x 10-6 a 6,7 x 10-4 |

54. La clase de estanqueidad debe establecerse en los documentos de diseño.

55. El método específico de la inspección de estanqueidad consigna el fabricante (organización de montaje) y lo indica en la documentación tecnológica.

Control de dureza

56. El control de dureza del metal recargado por soldadura de las superficies de sellado de las piezas de acero debe realizarse por el método de medición de Rockwell de acuerdo con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

57. El control de dureza del metal recargado por soldadura de las superficies de sellado de las piezas de los aceros de titanio debe realizarse según el métodos de medición de Vickers de acuerdo con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

Control por corriente de Foucault

58. La necesidad de realizar el control por corriente Foucult se establece por los documentos de diseño.

El procedimiento de control

59. La secuencia del control no destructivo por diferentes métodos se establece en la documentación tecnológica.

60. La inspección visual e instrumental debe realizarse tanto antes del tratamiento térmico de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura, como después de esto. Después del tratamiento térmico se permite solo el control de medición de posición mutua de los ejes de las piezas soldadas.

61. El control no destructivo de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura debe realizarse después de cada el revenido (entre otras cosas, múltiple).

62. Si la junta soldada (pieza recargada por soldadura) está sujeta de inspección radiográfica y comprobación ultrasónica obligatorias, se permite la inspección radiográfica antes del tratamiento térmico (entre otras cosas, antes del tratamiento térmico completo) con la comprobación ultrasónica continua obligatoria después de su cumplimiento.

63. El control no destructivo de las juntas soldadas debe realizarse después del tratamiento mecánico con la eliminación de una parte de la costura soldada o deformación, si este tratamiento está previsto en los documentos de diseño. Se permite realizar la inspección radiográfica antes del tratamiento mecánico final de la junta soldada, si las margenes sumarias de dicho tratamiento para cada el lado no sobrepasan 20 por ciento del grosor nominal de las piezas soldadas. La sensibilidad requerida de control debe elegirse según el grosor de radiación de la pared después de tratamiento mecánico.

64. En el caso de la falta del acceso a las juntas soldadas con las costuras transversales de la tuberías curvadas en espiral de las superficies de intercambio de calor para el control continuo al terminarse su fabricación, se permite realizar dicho control antes del curvado de tuberías.

65. La inspección de estanqueidad debe realizarse después de las pruebas a presión. Se permite combinar la inspección de estanqueidad por líquidos con las pruebas hidráulicas a presión.

El volumen de control

66. La zona de control en relación a la junta soldada o su parte debe incluir el volumen (la superficie) de la costura soldada, así como las partes adyacentes del metal base a los dos lados de la línea de soldadura con la anchura mínima de:

a) para las juntas soldadas a tope, realizadas por arco o con rayo de electrones:

1) 5,0 mm - en el grosor nominal de las piezas soldadas de hasta 5,0 mm inclusive;

2) grosor nominal de las piezas soldadas - en el grosor nominas de las piezas soldadas de 5,0 a 20,0 mm inclusive;

3) 20,0 mm - en el grosor nominal de las piezas soldadas superior a 20,0 mm;

b) 3,0 mm - para las juntas soldadas angulares, en T, solapadas, frontales realizadas por arco o con rayo de electrones, independientemente del grosor de las piezas soldadas;

c) 50,0 mm - para las juntas soldadas hechas por soldadura con escoria conductora, independientemente del grosor de las piezas soldadas.

La zona de control de las juntas soldadas de soldadura de los tubos a las placas de tubos se establece según los requisitos de los documentos de diseño.

67. En las juntas soldadas de varios grosores nominales la anchura de las áreas controladas del metal base debe determinarse por separado para cada una de las piezas a soldar, en función de su grosor nominal.

68. Las zonas de control en relación a la pieza recargada por soldadura o a su parte, deben incluir todo el volumen y superficie del metal recargado por soldadura, la zona de soldadura con el metal base o costura de soldadura, así como, si está requerido por los documentos de diseño, el metal base o metal de la costura adyacentes al este (en el caso de recargue por soldadura a la zona de costura).

69. En la disponibilidad de las juntas soldadas para la inspección visual y con líquidos penetrantes, estas deben controlarse tanto desde el exterior, como desde el interior.

70. El control no destructivo de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura en función del volumen de realización se divide en continuo (volumen de 100 por ciento) y selectivo (volumen 50, 25, 10 o 5 por ciento).

El control continuo debe realizarse en toda la longitud de cada la junta soldada o por toda la zona de cada la superficie recargada por soldadura.

Al control selectivo deben someterse las partes de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura o algunas juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura.

71. El control selectivo de las partes debe realizarse en las juntas soldadas con las costuras rectilíneas u otras no confinadas, juntas soldadas de las piezas con el diámetro exterior nominal superior a 250,0 mm con las costuras circunferenciales, así como en las superficies recargadas por soldadura de las piezas de dimensión más de 1,0 m a cualquier dirección. La relación de la longitud sumaria (área de superficie) de las partes controladas a la longitud total de la junta soldada (área de recargue por soldadura) no debe ser inferior al volumen establecido del control selectivo.

72. En el control selectivo de las juntas soldadas de las piezas con el diámetro exterior nominal de hasta 250,0 mm inclusive con las costuras circunferenciales, las ciertas juntas soldadas debe controlarse a lo largo de toda su longitud. El número de las juntas soldadas controladas debe estar constante para cada el grupo de juntas soldadas de un tipo para cada el artículo.

73. La elección de las zonas o juntas soldadas controladas, indicadas en los puntos 71 y 72 de estas Reglas, debe realizarse entre las más difíciles. En el caso de faltar dichas zonas, las zonas revisadas deben distribuirse uniformemente por la longitud de las juntas soldadas controladas (por la superficie recargada por soldadura).

74. Independientemente del volumen del control selectivo las zonas de intersección y empalme de las juntas soldadas a la distancia no menos de tres grosores nominales de las piezas soldadas a ambos lados del punto de intersección (empalme) de las ejes de las costuras deben controlarse en cada la junta soldada con todos los métodos previstos.

75. En el caso de revelar las discontinuidades durante el control selectivo, las dimensiones de las cuales exceden las permitidas, hay que realizar el control adicional de mismo método en el doble volumen con el control obligatorio de las áreas adyacentes a las zonas defectuosas. En los resultados negativos del control adicional hay que realizar el control continuo.

En el control selectivo de las juntas soldadas con las costuras circunferenciales de las piezas con el diámetro exterior nominal de hasta 250,0 mm inclusive, los requisitos del presente punto se aplican a las juntas soldadas de un solo tipo, realizadas por el soldador que ha cometido los defectos.

Con esto hay que cumplir la siguiente condición. El control adicional de las zonas no controladas se realiza en el doble volumen de las juntas soldadas de mismo tipo, realizados por el mismo soldador en un solo turno (cuando se ha soldado la parte defectuosa de costura) en la soldadura automática o en dos turno en la soldadura manual por arco (turno de soldar la parte defectuosa de costura, y el turno previo).

76. La imposibilidad de controlar con uno u otro método las juntas soldadas específicas, así como la sustitución de un método de control con otro y su volumen en la sustitución deben indicarse en los documentos de diseño.

77. A la continua inspección con líquidos penetrantes están sujetas todas las juntas soldadas de las piezas del acero austenítico realizadas con los materiales de soldadura que contienen el niobio, así como las juntas soldadas de las piezas de los aceros austeníticos con el recargue por soldadura anticorrosivo que contiene el niobio. En otros casos el volumen de la inspección con líquidos penetrantes de las juntas soldadas de las piezas de aceros austeníticos se establece en los documentos de diseño.

78. Las juntas soldadas (recargues por soldadura) de las piezas de aleaciones de titanio debe someterse a la inspección con líquidos penetrantes continua independientemente de la categoría de la junta soldada, incluyendo las zonas adyacentes del metal base de al menos 20,0 mm de anchura a ambos lados de la costura.

79. Los bordes de las piezas de aceros aleados recargados anticipadamente por soldadura con los materiales de soldadura de perlita o de alto cromo, incluso la zona de soldadura del recargue con el metal base deben someterse a la continua inspección por líquidos penetrantes o por partículas magnéticas independientemente de la categoría de la junta soldada.

80. En las juntas soldadas de las piezas de los aceros de perlita con las piezas de los aceros austeníticos con el anticipado recargue por soldadura de los bordes, realizado con los materiales de soldadura austeníticos, hay que realizar la inspección con líquidos penetrantes repetida de la zona de soldadura del recargue anticipado con el metal base.

81. La selectiva inspección con líquidos penetrantes o por partículas magnéticas de las juntas soldadas realizadas con un solo lote de los materiales de soldadura, puede estar reducido por la decisión del fabricante u organización de montaje si durante el control de las primeras veinte juntas soldadas de un solo tipo con la longitud sumaria de las costuras controladas no menos de 10,0 m no se revelan las grietas.

Dicho requisito no se aplica a las juntas soldadas de categorías I, In, II, IIn de las piezas de los aceros perlíticos, aleados con vanadio o niobio, y las piezas de los aceros austeníticos realizados con los materiales de soldadura que contienen el niobio, así como a las juntas soldadas de todas categorías de las piezas de los aceros de diferentes clases estructurales.

82. El volumen reducido de la inspección con líquidos penetrantes y por partículas magnéticas debe ser no menos de 5 por ciento para las juntas soldadas de las piezas de los aceros al carbono y (o) al silicio mangánico y para las juntas soldadas de los aceros austeníticos realizados con los materiales de soldadura de niobio, en otros casos - no menos de 15 por ciento.

Si en el control selectivo según este punto se revela al menos una sola grieta, todas las juntas soldadas realizadas con el mismo lote de los materiales de soldadura que la defectuosa están sujetas al control continuo.

83. En la imposibilidad técnica de realizar la comprobación ultrasónica y (o) inspección radiográfica de las juntas soldadas se permite realizar el control visual capa por capa en el proceso de soldadura con la fijación de los resultados y siguiente inspección con líquido penetrante o por partículas magnéticas de la junta soldada en las zonas accesibles.

84. La comprobación ultrasónica de las juntas soldadas no sujetas a la inspección radiográfica se permite sustituir con la inspección radiográfica de mismo volumen.

85. En el caso de imposibilidad técnica de inspección radiográfica para las juntas soldadas de categorías IIb y IIIc según los requisitos de los documentos de diseño se permite realizar la comprobación ultrasónica de mismo volumen.

86. Las juntas soldadas de las piezas de aleaciones de circonio con las piezas de acero austenítico están sujetas a la inspección radiográfica continua.

87. No se realiza la inspección radiográfica de las juntas soldadas de categorías IIb y IIIc destinadas para el funcionamiento bajo presión de hasta 0,07 MPa, lo que debe estar traspasado en los documentos de diseño.

88. Para las juntas soldadas de categorías IIb y III de los equipos y tuberías con el diámetro exterior nominal de hasta 200,0 mm inclusive y en el grosor nominal de la pared menos de 15,0 mm se permite la reducción del volumen de inspección radiográfica, pero no más dos veces.

89. Si la junta soldada está sujeta a la inspección radiográfica y comprobación ultrasónica selectivas, pero el último es técnicamente imposible, hay que duplicar el volumen de la inspección radiográfica.

90. Hay que realizar la inspección radiográfica de las juntas soldadas angulares, en T, frontales y solapadas solo si el espesor de radiación sumario del metal sometido a radiografía no excede 100,0 mm; la altura calculada de la costura angular debe ascender a no menos de 0,2 del espesor de radiación sumario.

91. Las juntas soldadas angulares, en T, frontales, solapadas con la brecha estructural, así como las juntas angulares y en T de los tubos con el diámetro interior nominal menos de 100,0 mm no están sujetas a la comprobación ultrasónica. Para las juntas soldadas indicada hay que realizar el control visual capa a capa, así como la inspección continua con líquidos penetrantes.

92. Las juntas soldadas de los equipos y tuberías con las tubuladuras (boquillas) y tubos de diámetro interior nominal más de 16,0 hasta 30,0 mm inclusive están sujetas a la inspección radiográfica en el volumen no menos de 50 por ciento de la longitud de costura correspondiente con al control visual obligatorio capa por capa en el proceso de soldadura. La reducción del volumen de control de la costura no se toma en cuenta en el establecimiento del volumen del control selectivo.

El control radiográfico de las juntas soldadas de las tubuladuras (boquillas), tubos de diámetro interior nominal de hasta 16,0 mm inclusive se realiza si esto se requiere en los documentos de diseño.

93. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de las piezas de los aceros perlíticos y (o) de alto cromo están referidos en la tabla No. 2 de estas Reglas. El volumen del control de las piezas soldadas de diferente grosor nominal se establece según el grosor nominal de la pieza más fina en el punto de soldadura y según el lugar más fino si la sección de la junta soldada es variable.

Tabla No. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Grosor nominal de las piezas soldadas, mm | Categoría de la junta soldada | Volumen de control, % | | | | | | |
| visual e instrumental | con líquidos penetrantes o por partículas magnéticas | radiográfico | | | ultrasónico | |
| en equipos | en tuberías de Dn | | en equipos | en tuberías |
| hasta 3 mm inclusive; | más de 325 mm |
| Hasta 5,5 inclusive | I, In, IIa, IIna | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - |
| IIb, IInb | 100 | 50 | 100 | 50 | 100 | - | - |
| IInc | 100 | 50 | 25 | 10 | 10 | - | - |
| IIIа | 100 | - | 50 | 25 | 50 | - | 100 <\*> |
| IIIb | 100 | - | 50 | 25 | 50 | - | 50 <\*> |
| IIIс | 100 | - | 25 | 10 | 10 | - | 25 <\*> |
| Más de 5,5 | I, In, | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| IIа, IIna | 100 | 100 | 100 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| IIb, IInb | 100 | 50 | 50 | 25 | 50 | 100 | 100 |
| IInc | 100 | 25 | 25 | 10 | 10 | 25 | 25 |
| IIIа | 100 | - | 50 | 25 | 50 | 100 | 100 |
| IIIb | 100 | - | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| IIIс | 100 | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| <\*> En el grosor nominal de la pared no menos de 2,0 mm. | | | | | | | | |

Los requisitos de la tabla No. 2 de estas Reglas no se aplican a las juntas soldadas de los tubos con las placas de tubos y a las juntas soldadas de equipos y (o) tuberías con las piezas no cargadas con presión.

94. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de las piezas de aceros austeníticos, aleaciones de hierro-níquel y de los aceros austeníticos con las piezas de aleaciones de hierro-níquel están referidos en la tabla No. 3 de estas Reglas.

Tabla No. 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoría de la junta soldada | Volumen de control, % | | | |
| visual e instrumental | radiográfico | | |
| en equipos | en tuberías | |
| Hasta Dnn = 325 mm inclusive | más Dn = 325 mm |
| I, In, IIa, IIna | 100 | 100 | 100 | 100 |
| IIb, IInb | 100 | 100 | 50 | 100 |
| IInc | 100 | 25 | 10 | 10 |
| IIIа | 100 | 50 | 25 | 50 |
| IIIb | 100 | 50 | 25 | 50 |
| IIIс | 100 | 25 | 10 | 25 |
| Nota. El volumen de la inspección con líquidos penetrantes se toma de acuerdo con el punto 77 de estas Reglas. | | | | |

95. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de las piezas de aceros austeníticos, o las piezas de las aleaciones de hierro-níquel con las piezas de los aceros perlíticos, o las piezas de aceros de alto cromo se refieren en la tabla No. 4 de estas Reglas.

Tabla No. 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoría de la junta soldada | Volumen de control, % | | | | |
| visual e instrumental | con líquidos penetrantes | radiográfico | | |
| en equipos | en tuberías | |
| Hasta Dnn = 325 mm inclusive | más Dn = 325 mm |
| I, In, IIna, IIa | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| IIb, IInb, IInc, IIIa | 100 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| IIIb, IIIc | 100 | 10 | 100 | 100 | 100 |

Los requisitos de la tabla No. 4 no se aplican a las juntas soldadas de los tubos con las placas de tubos y a las juntas soldadas de equipos y (o) tuberías con las piezas no cargadas con presión.

96. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de las aleaciones de aluminio se refieren en la tabla No. 5 de estas Reglas. El volumen de la comprobación ultrasónica de las juntas soldadas de categoría I de grosor 6,0 mm y más se establece en los documentos de diseño.

Tabla No. 5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas, mm | Categoría de las juntas soldadas | Volumen de control, % | | | |
| visual e instrumental | con líquidos penetrantes | radiográfico | |
| en equipos | en tuberías |
| De 1,0 a 3,0 inclusive | III | 100 | 100 | - | - |
| Más de 3,0 hasta 6,0 inclusive | I | 100 | 100 | 100 | 100 |
| II | 100 | 100 | 50 | 25 |
| III | 100 | 50 | 25 | - |
| Más de 6,0 | I | 100 | 100 | 100 | 100 |
| II | 100 | 50 | 50 | 25 |
| III | 100 | 25 | 25 | 10 |

97. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de las piezas de las aleaciones de titanio se refieren en la tabla No. 6 de estas Reglas.

Tabla No. 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoría de las juntas soldadas | Volumen de control, % | | | |
| visual e instrumental | radiográfico | ultrasónico | con líquidos penetrantes |
| IIIа | 100 | 50 | 50 | 100 |
| IIIb | 25 | 25 |
| IIIс | - | - |

Los requisitos de la tabla No. 6 no se aplican a las juntas soldadas de los tubos con las placas de tubos.

98. Los métodos y volumen del control no destructivo del recargue por soldadura anticipado de los bordes de las piezas de aceros perlíticos y de aceros de alto cromo se refieren en la tabla No. 7 de estas Reglas.

Tabla No. 7

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipo de recargue por soldadura | Categoría de la junta soldada | Volumen de control, % | | | | |
| visual e instrumental | con líquidos penetrantes o por partículas magnéticas | radiográfico | | ultrasónico |
| Hasta Dnn = 325 mm inclusive | más Dn = 325 mm |
| Recargue por soldadura anticipado de los bordes con los materiales de soldadura austeníticos | I, In, IIa, IIna | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| IIb, IInb, IInc, IIIa | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| IIIb | 100 | 100 | 100 | 100 | 25 |
| IIIс | 100 | 100 | 100 | 100 | 10 |
| El recargue por soldadura anticipado de los bordes con los materiales de soldadura de alto cromo o perlíticos | I, In | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| IIa, IIn | 100 | 50 | 50 | 100 | 100 |
| IIb, IInb | 100 | 25 | 25 | 50 | 100 |
| IIIа | 100 | 25 | 10 | 25 | 100 |
| IIIb, IIIc | 100 | - | - | - | 100 |

99. Los recargues por soldadura anticorrosivos en las piezas y unidades de montaje de los aceros perlíticos están sujetos a la inspección visual e instrumental y a la comprobación ultrasónica en volumen de 100 por ciento, así como a la inspección con líquidos penetrantes si lo requieren los documentos de diseño. Las áreas de intersección radial en las zonas de empalme de dos superficies recargadas por soldadura no se toman en cuenta en la determinación del volumen de comprobación ultrasónica.

100. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de los tubos con las placas de tubos y con los colectores es refieren en el anexo No. 2 a estas Reglas.

101. Los métodos y volumen del control no destructivo de las superficies de sellado y de guía recargadas por soldadura se refieren en el anexo No. 3 a estas Reglas.

102. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas angulares, en T, frontales y solapadas que no funcionan bajo presión de las piezas con los equipos y tuberías se refieren en la tabla No. 8 de estas Reglas.

Tabla No. 8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Categoría de la junta soldada | Volumen de control, % | |
| visual e instrumental | con líquidos penetrantes o por partículas magnéticas |
| I, In, IIna | 100 | 100 |
| IIa, IInb, IInc, IIb, IIIa | 100 | 25 |
| IIIb, IIIc | 100 | 10 |

Las normas de evaluación de la calidad por los resultados del control no destructivo   
de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura

103. Las normas de evaluación de la calidad se aprueban:

a) en el control de las juntas soldadas a tope de las piezas de vario grosor - por el grosor nominal de la pieza más fina;

b) en el control de las juntas soldadas angulares y en T - por la altura calculada de la costura angular;

c) en el control de las juntas soldadas frontales y solapadas - por el doble grosor nominal de la pieza soldada más fina;

d) en el control de la soldadura de los tubos y placas de tubos - por el grosor nominal de la pared de tubos;

e) en la inspección radiográfica de las juntas soldadas de los tubos u otras piezas cilíndricas a través de dos paredes - por el grosor nominal de una sola pared;

f) en el control de las juntas soldadas realizadas con el mandrinado - por el grosor nominal de la pared (en el área de mandrinado), que debe indicarse en los documentos de diseño.

104. La longitud de las juntas soldadas de las piezas cilíndricas y esféricas debe determinarse por su superficie exterior (para las juntas soldadas a tome con las costuras circunferenciales, juntas soldadas angulares y en T - por la superficie exterior de la pieza soldada cerca del borde de la costura).

105. Las normas de evaluación de la calidad de las juntas soldadas y superficies recargadas por soldadura según los resultados del control no destructivo se refieren en el anexo No. 4 a estas Reglas.

Las normas de evaluación de la calidad de las juntas soldadas según los resultados de la prueba de corriente de Foucault se establecen por los documentos de diseño.

VIII. El control destructivo de las juntas soldadas

Realización y volumen del control destructivo

106. El control destructivo debe realizarse:

a) en la revisión de la calidad de los materiales de soldadura (recargue por soldadura) por medio de pruebas de las muestras cordadas de las costuras de soldadura (recargues por soldadura) de control.

b) en la revisión de la correspondencia de las característica del metal de las juntas soldadas industriales a los requisitos planteados por medio de prueba de las muestras cortadas de las juntas soldadas industriales de control.

107. En el control no destructivo del metal de la costura (recargue) hay que determinar:

a) composición química;

b) características mecánicas en la temperatura normal y elevada (límite de resistencia, límite de fluencia, alargamiento relativo, relación de contracción);

c) resiliencia;

d) temperatura crítica de fragilidad (o se refiere su comprobación) para los materiales perlíticos y de alto cromo;

e) contenido de la fase ferrítica en el metal austenítico recargado por soldadura;

f) resistencia contra la corrosión intergranular del metal austenítico.

108. En el control no destructivo del metal de las juntas soldadas y piezas recargadas por soldadura debe realizarse:

a) estudios metalográficos;

b) determinación del límite de resistencia de las juntas soldadas;

c) las pruebas mecánicas de flexión estática;

d) los ensayos mecánicos de aplastamiento de tubos soldados.

109. El control destructivo debe realizarse de acuerdo con los requisitos:

a) en la parte de determinación de la composición química - el anexo No. 5 a estas Reglas;

b) en la parte de determinación de las características mecánicas - el anexo No. 6 a estas Reglas

c) en la parte de determinación y confirmación de la temperatura crítica de fragilidad - los códigos y estándares federales en el campo del uso de la energía atómica que reglamentan las reglas de cálculo de resistencia de equipos y tuberías de centrales nucleares;

d) en la parte de pruebas de resistencia contra la corrosión intergranular - el punto 127 de estas Reglas;

e) en la parte de estudios metalográficos - el anexo No. 7 a estas Reglas;

f) en la parte de determinación del contenido de la fase ferrítica en el metal recargado por soldadura - el punto 128 de estas Reglas;

g) en la parte de determinación de la dureza de los recargues por soldadura - el anexo No. 3 a estas Reglas.

110. Los tipos de las muestras para determinar las características mecánicas del metal de la costura, metal recargado por soldadura y juntas soldadas debe cumplir los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

111. El número de las muestras para las pruebas mecánicas a tracción no debe ser inferior a dos en cada temperatura y no inferior a tres en las pruebas de flexión por impacto en cada temperatura.

Para otros tipos de pruebas el número de muestras no debe ser inferior al número indicado en el documento correspondiente de unificación.

112. Al recibir los resultados insatisfactorios de determinación de la composición química, de las pruebas de resistencia a la corrosión intergranular o de alguno de los tipos de pruebas mecánicas hay que realizar las pruebas repetidas para el indicador correspondiente en el número duplicado de muestras.

113. Al recibir los resultados insatisfactorios de los estudios metalográficos o ensayos de determinación de la fase ferrítica hay que realizar una nueva junta soldada (costura, recargue) de control y repetir las pruebas en el mismo volumen.

Los resultados de la pruebas repetidas son finales.

Las juntas soldadas industriales de control

114. El control de las juntas soldadas industriales debe realizarse:

a) para los cuerpos de los equipos de grupo A, incluso el colector del primer circuito del generador de vapor;

b) para los cuerpos de equipos y tuberías de grupo B en los casos previstos por los documentos de diseño.

115. En el control de las juntas soldadas industriales se realiza la junta soldada industrial de control. La junta soldada industrial de control está sujeta a control no destructivo en el volumen correspondiente a la junta soldada industrial controlada.

El control destructivo debe realizarse por medio de pruebas de las muestras, cortadas de las juntas soldadas industriales de control.

116. La junta soldada industrial de control debe estar idéntica a la junta soldada industrial controlada por marca (su modificación), número de fundición y tipo de producto semiacabado del metal base, por marca y lote (combinación de lotes) de materiales de soldadura, por tipo de junta soldada, grosores nominales y diámetros exteriores de las piezas soldadas, modo y regímenes de soldadura, así como por los regímenes de precalentamiento y calentamiento simultaneo y tratamiento térmico.

Si para realizar la junta soldada industrial controlada se usan varios lotes de materiales de soldadura, hay que fabricar el número correspondiente de las juntas soldadas industriales de control.

Se permite realizar las juntas soldadas industriales de control con las dimensiones diferentes de las dimensiones de las correspondientes juntas soldadas industriales controladas, a condición de que la relación de los grosores máximos y mínimos y relación de los diámetros exteriores de las piezas de junta soldada industrial y juta soldada industrial de control no debe exceder:

a) para los equipos de grupo A - 1,25;

b) para los equipos de grupo B - 2,0;

c) para las juntas soldadas realizadas por soldadura con escoria conductora, independientemente del grupo de equipos - 1,25.

Para las juntas soldadas industriales de control con las costuras longitudinales se permite no tomar en cuenta la relación de diámetros.

En los casos previstos por los documentos de diseño, en el diámetro exterior nominal de las juntas soldadas industriales más de 500,0 mm se permite fabricar las juntas soldadas industriales de control planas.

117. En los documentos de diseño de equipos y tuberías indicadas en el punto 114 de estas Reglas, hay que prever la fabricación de las piezas especiales o aumento correspondiente de la longitud de piezas industriales semiacabadas, que garantiza la posibilidad de realizar la junta soldada industrial de control con sujeción a los requisitos del punto 116 de estas Reglas.

118. En el control de las juntas soldadas industriales de control hay que determinar las siguientes características de la junta soldada:

a) el límite de resistencia y ángulo de flexión en la temperatura normal;

b) el límite de resistencia en la temperatura elevada;

c) la resistencia a la corrosión intergranular;

d) la temperatura crítica de fragilidad del metal de la costura, zona de fusión y zona de costura;

e) la composición química del metal de costura;

f) las características mecánicas del metal de costura.

119. La determinación del límite de resistencia y ángulo de flexión para las juntas soldadas de los aceros austeníticos debe realizarse en los casos cuando las piezas industriales controladas se someten al tratamiento térmico, calentamiento para flexión, estampado u otras operaciones térmicas, o si lo requieren los documentos de diseño.

120. La determinación del límite de resistencia de la junta soldada en la temperatura elevada debe realizarse si el requisito correspondiente existe en los documentos de diseño del producto controlado.

121. La determinación del límite de resistencia para las juntas soldadas de las piezas de los aceros de diferentes clases estructurales (por ejemplo, perlíticos y austeníticos) debe realizarse solo si lo requieren los documentos de diseño, indicando las normas de evaluación de la calidad de control.

122. Las pruebas de resistencia a la corrosión intergranular deben realizarse solo para las juntas soldadas de las piezas de los aceros austeníticos si lo requieren los documentos de diseño.

123. La temperatura crítica de fragilidad del metal de costura y zona de fisión y zona de costura de la junta soldada industrial de control debe determinarse si lo requieren los documentos de diseño.

124. La determinación de las características mecánicas y temperatura crítica de fragilidad se realiza con sujeción a la duración máxima y mínima de revenidos previstos para las correspondientes juntas soldadas industriales.

Normas de evaluación de la calidad por los resultados del control destructivo

Pruebas mecánicas

125. Los indicadores de las características mecánicas de la junta soldada, metal de costura (metal recargado por soldadura) no deben ser inferior a los referidos en el anexo No. 6 a estas Reglas. Para los materiales de juntas soldadas no indicados en el anexo No. 6 a estas Reglas, el límite de resistencia de la junta soldada se establece equivalente al límite de resistencia del material base menos resistente de las piezas soldadas.

126. El límite de resistencia a tracción de las juntas soldadas de las aleaciones de aluminio determinados en las muestras planos con reforzamiento de la costura no debe ser inferior a 0,9 del límite de resistencia garantizada del metal base en el estado recocido.

El límite de resistencia de las juntas soldadas combinadas de las piezas de las aleaciones de aluminio de diferentes marcas se determina por el límite de resistencia de la junta soldada de la aleación menos resistente.

Ensayos de resistencia a la corrosión intergranular

127. La junta soldada o el metal recargado por soldadura son resistentes a la corrosión intergranular si los resultados de las pruebas cumplen los requisitos del GOST 6032-2017 "Aleaciones y aceros resistentes a la corrosión. Los métodos de pruebas de resistencia a la corrosión intergranular", aprobado por la orden de la Agencia Federal de Regulación Técnica y Metrología el 12 de septiembre del año 2017. No. 1054-st (Standartinform, 2017) (en adelante - GOST 6032-2017). El método específico de prueba debe estar indicado en los documentos de diseño.

La determinación del contenido de la fase ferrítica   
en el metal recargado por soldadura

128. La determinación del contenido de la fase ferrítica en el metal recargado por soldadura se realiza de acuerdo con los requisitos del GOST R 53686-2009 "Soldadura. La determinación del contenido de la fase ferrítica en el metal de la costura soldada de los aceros austeníticos y bifásicos ferrítico-austeníticos al cromo-níquel resistentes a la corrosión", aprobado por la orden de la Agencia Federal de Regulación Técnica y Metrología el 15 de diciembre del año 2009. No. 1081-st (Standartinform, 2009).

El contenido de la fase ferrítica en el metal recargado por soldadura debe estar entre 2 y 8 por ciento para las juntas soldadas de las piezas que funcionan en la temperatura de hasta 350 °C inclusive, y entre 2 y 5 por ciento para las juntas soldadas de las piezas que funcionan en la temperatura superior a 350 °C, pero en cualquier caso no debe exceder los valores del límite superior establecido en los documentos de unificación para los materiales de soldadura (recargue) correspondientes.

IX. El control del metal base

129. El control de las piezas de fundición debe realizase de acuerdo con los requisitos del anexo No. 8 a estas Reglas.

130. Los productos semiacabados usados para fabricar los elementos de fijación, piezas y unidades de montaje de equipos y tuberías deben ser tratados térmicamente si lo requieren los documentos de diseño.

131. El control de los productos semiacabados (salvo las piezas de fundición) y elementos de fijación usados para la fabricación de las piezas y unidades de montaje de equipos y tuberías debe realizarse de acuerdo con los requisitos de los documentos de unificación incluidos en la Lista consolidada.

132. El control del metal base de piezas y unidades de montaje debe realizarse de acuerdo con los requisitos de la documentación de diseño para el producto.

X. Documentación

133. La documentación de control debe desarrollarse por la organización que realiza el control.

Registros

134. Hay que introducir en las plantillas de registro los resultados de control destructivo y no destructivos del metal de equipos y tuberías.

135. Las plantillas de registro deben contener datos, sobre cuya base se ingresará la información a la conclusión (protocolo) del control.

136. El procedimiento para mantener los registros debe garantizar que sea posible restaurar los resultados del control en caso de pérdida o daño en el informe.

Informes

137. Basándose en los registros se debe formalizar los informes. Los informes deben tener los números de registro.

138. Los informes deben redactarse para cada el método de control aplicado.

139. Los resultados de control por cada el método de formalizan con actas, conclusiones o notificaciones con fijación como mínimo de los siguientes datos:

a) nombre, código y designación (número) del producto;

b) número del dibujo;

c) la información sobre las marcas y fusiones o lotes de los materiales usados con la conclusión según los resultados de control de su calidad;

d) la información sobre el tratamiento térmico realizado;

e) método y volumen de control;

f) fecha de control;

g) datos sobre los defectos detectados, su situación;

h) la información sobre los resultados de control después de eliminación de los defectos;

i) conclusión final sobre los resultados de control.

140. En los informes sobre el control del metal de las juntas soldadas y (o) superficies recargadas por soldadura deben adicionalmente contenerse los datos:

a) números de las juntas soldadas y recargues controlados;

b) categorías de las juntas soldadas;

c) los resultados de pruebas de las juntas soldadas industriales de control si se han fabricado.

141. El informe debe redactarse en papel.

142. El fabricante (organización de montaje) debe garantizar las condiciones para el almacenamiento de los informes sobre el control destructivo y no destructivo que excluyen su pérdida, deterioro o acceso no autorizado a la información contenida en estos durante la vida operacional establecida de los equipos y tuberías.

El Anexo No. 1   
a los códigos y estándares federales   
en el campo del uso de la energía   
atómica "Reglas para el ensayo de metales   
en los equipos y tuberías   
de instalaciones nucleares   
durante la fabricación e instalación",   
aprobados por la orden del Servicio   
Federal de Supervisión Ambiental,   
Tecnológica y Nuclear   
del 14 de noviembre de 2018. No. 553

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

1. Una instalación de propulsión atómica es un bloque de central nuclear con un reactor de agua a presión, ya sea con un tipo de reactor de canal, o con un reactor de neutrones rápidos con metal líquido refrigerante de sodio o la instalación con un tipo específico de reactor de investigación.

2. Inclusión - cavidad en el metal base o metal recargado o metal de la costura, llena de gas, escoria o metal extraño.

2.1. El tamaño máximo de una inclusión aislada a - la distancia máxima entre dos puntos del contorno exterior de la inclusión (figura 1.1).

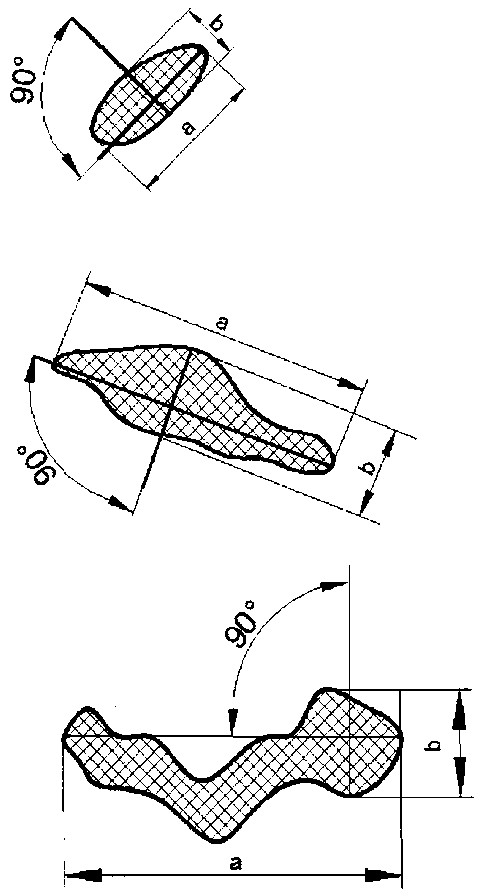


Figura 1.1. Tamaño a y anchura b máximas de una inclusión

2.2. La anchura máxima de la inclusión b - la distancia máxima entre dos puntos del contorno exterior de la inclusión medida en dirección perpendicular al tamaño máximo de la inclusión (figura 1.1).

2.3. La inclusión aislada - la inclusión, la distancia mínima L desde el borde de la cual hasta el borde de cualquier otra inclusión adyacente no es inferior a la anchura máxima de cada una de las inclusiones consideradas, pero no inferior a tres veces del tamaño máximo de la inclusión con un valor menor de este indicador (de las dos consideradas) (figura 1.2).

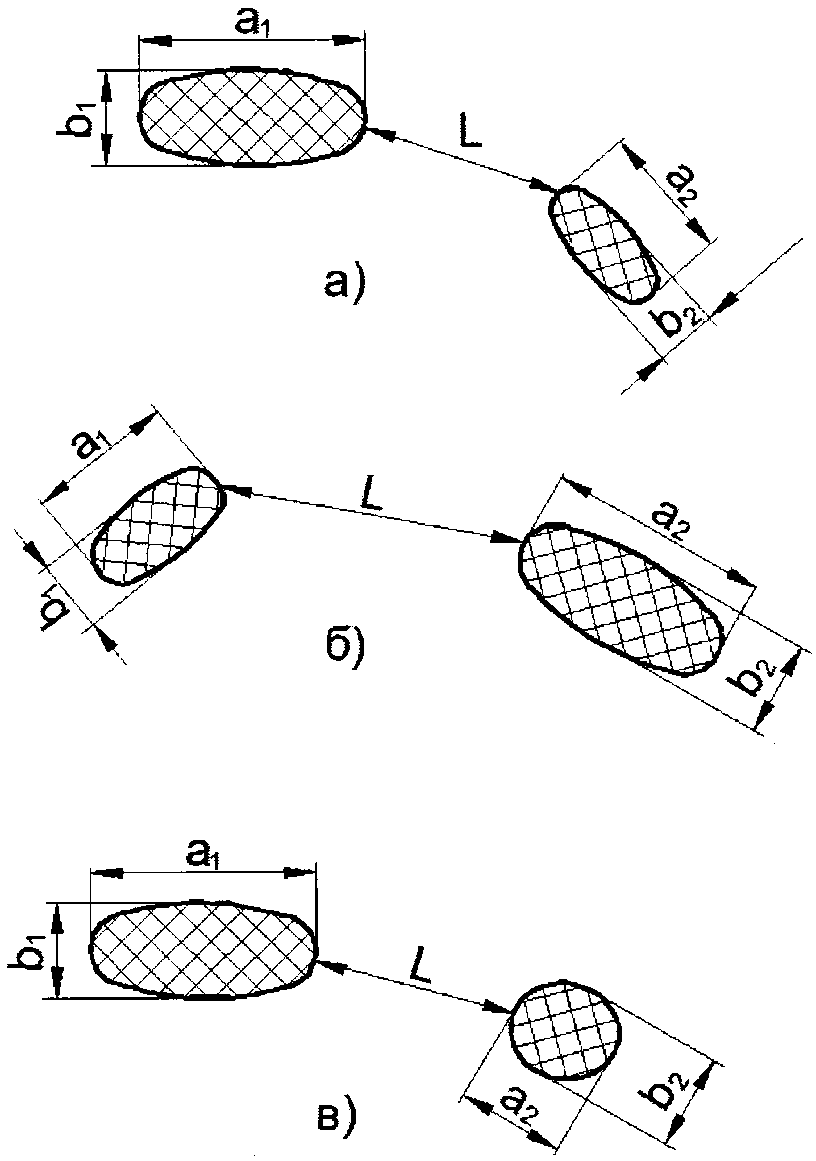


Figura 1.2. Condiciones de aislamiento

de dos inclusiones considerada:

a) L base_1_314293_32771 b1; L base_1_314293_32772 3a2; a1 > a2; b1 > b2;

b) L base_1_314293_32773 3a1; b1 base_1_314293_32774 a1; a1 > a2; b1 > b2;

c) L base_1_314293_32775 3a2; b2 base_1_314293_32776 a2; a1 > a2; b1 > b2

2.4. Las inclusiones aislada pequeñas (en la inspección radiográfica) - las inclusiones la admisibilidad de las cuales se establece en función de sus tamaños, así como del número total y área total sumaria de las inclusiones aisladas pequeñas y acumulaciones aisladas.

2.5. Las inclusiones aisladas grandes (en la inspección radiográfica) - las inclusiones, el tamaño máximo de las cuales excede el tamaño admisible de las inclusiones aisladas pequeñas, y la admisibilidad se establece solo en función del tamaño y número sin tomar en cuenta su área en el cálculo del área total sumaria y sin incluir estas en el número total de las inclusiones aisladas pequeñas y acumulaciones aisladas.

3. La concavidad de la raíz de la costura es una profundización en la superficie de la junta soldada con la costura de una cara en el lugar de situación de su raíz (se evalúa por la profundidad máxima de situación de la superficie de la raíz de costura en relación al nivel de situación de las superficies de las piezas soldadas).

4. La concavidad de la costura angular - la distancia máxima entre la superficie de la costura y la línea que une los bordes de su superficie en una sección transversal (se evalúa por la profundidad máxima de situación de la superficie de la costura por debajo de la línea indicada).

5. El abultamiento (exceso de la penetración en soldadura) de la raíz de la costura - la parte de la costura soldada de una cara desde el lado de su raíz, que sobresale el nivel de situación de las superficies de las piezas soldadas (se evalúa por la altura máxima de situación de la superficie de la raíz de la costura por encima del nivel indicado).

6. El abultamiento de la costura a tope - la parte de la costura soldada que sobresale el nivel de situación de las superficies de las piezas soldadas (se evalúa por la altura máxima de situación de la superficie de la costura por encima de la línea indicada).

7. El abultamiento de la costura angular - la parte de la costura soldada que sobresale la línea que une los bordes de su superficie en una sección transversal (se evalúa por la altura máxima de situación de la superficie por encima de dicha línea).

8. Indicación:

a) en la inspección con líquidos penetrantes - trazo formado por el penetrante indicador en la capa del revelador;

b) en la inspección por partículas magnéticas - la distancia visible de la acumulación de las partículas magnéticas por encima de una discontinuidad.

9. La junta soldada de control - la junta soldada realizada durante los estudios metalográficos de las juntas soldadas industriales.

10. El borde de la costura soldada - la superficie frontal de la pieza después del tratamiento mecánico hasta las dimensiones de corte de la junta soldada, establecidas en los documentos de diseño.

11. Solape frío - defecto en forma de metal incrustado durante la soldadura (recargue por soldadura) en la superficie del metal base, pero no soldado con este.

12. Soldadura defectuosa - la falta de fusión en la junta soldada o pieza recargada por soldadura entre el metal base y metal de costura (metal recargado) y entre algunos cordones.

13. Discontinuidad - falta de la homogeneidad del material, que causa el cambio abrupto de una o más características físicas determinadas por control no destructivo. Una discontinuidad - un nombre generalizado para grietas, desprendimientos, quemaduras, soldaduras defectuosas, fistulas, poros, penetraciones incompletas e inclusiones.

14. Grosor nominal del metal principal de la pieza recargada por soldadura - el grosor del metal base de la pieza, indicado en los documentos de diseño (sin tomar en cuenta las tolerancias).

15. Grosor nominal de las piezas soldadas - el grosor del metal base en la zona adyacente a la costura soldada, indicado en los documento de diseño (sin tomar en cuenta las tolerancias).

16. Desprendimiento - el defecto en forma de discontinuidad de fusión del metal recargado por soldadura con el metal base en las piezas (productos) con el recargue anticorrosivo o bordes recargados anticipadamente, así como en otras piezas recargadas por soldadura.

17. Socavado - la profundización en forma de una entalla en la frontera de la superficie de la costura soldada con el metal base o en la frontera de las superficies de dos cordones vecinos.

18. El área total de inclusión o acumulación (en la inspección radiográfica) - el resultado de multiplicación del tamaño máximo de la inclusión (acumulación) en su anchura máxima (se toma en cuenta para las inclusiones aisladas pequeñas y acumulaciones aisladas).

19. Quemadura - el defecto en forma de un orificio pasante en la costura soldada, que se ha formado como resultado de derrame de una parte del metal líquido del baño de fusión en el proceso de soldadura.

20. Junta soldada industrial de control - la junta soldada realizada para comprobar la correspondencia de las características del metal de las juntas soldadas industriales a los requisitos establecidos.

21. Grosor de radiación - la longitud sumaria de los tramos de eje del haz de proceso de radiación ionizante primaria direccional en el material del objeto controlado.

22. Altura calculada de la costura angular - el tamaño h del perpendicular, indicado en los documentos de diseño, bajado desde el punto de empalme de las piezas soldadas (punto 0) a la línea recta que une los bordes de su superficie en una sección transversal (en la costura angular abultada), o en la tangente paralela a dicha línea a la superficie de la costura soldada (en la costura angular cóncava) (figura 1.3).

Para la costura angular de dos caras su altura calculada se determina como la suma de las alturas calculadas (h1 + h2) de sus partes, realizados desde diferentes direcciones.

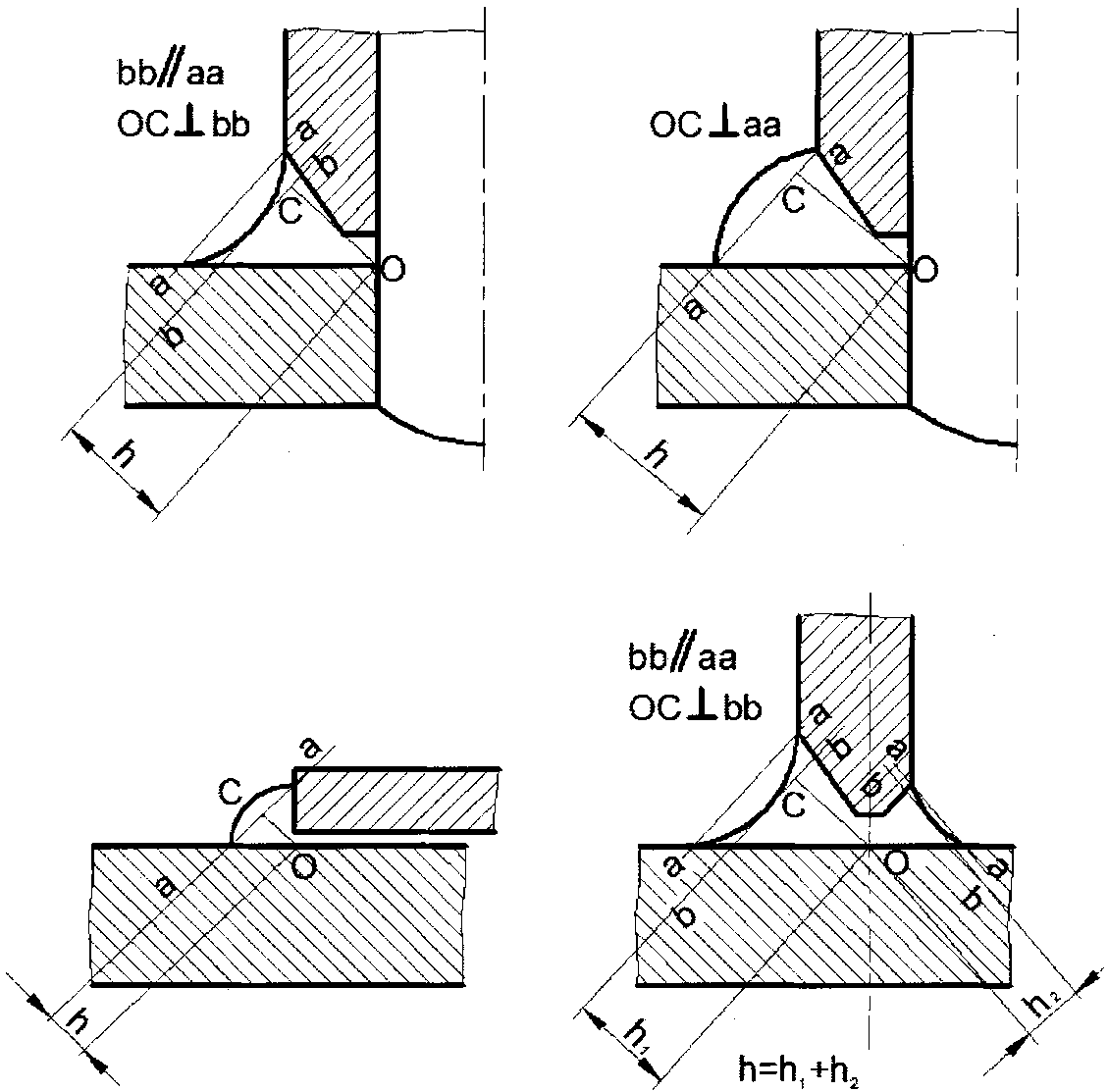


Figura 1.3. Altura calculada de la costura angular

23. Bolsa - el defecto en forma de una profundización en la costura soldada en forma de tubo o de embudo.

24. Acumulación - dos o más inclusiones ( poros, las inclusiones de escoria y las inclusiones de tungsteno) con un tamaño máximo superior a 0,2 mm (figura 1.4 a), cuya distancia mínima entre los bordes es menor que la establecida para las inclusiones aisladas, pero no menor que la anchura máxima de cualesquier de las dos inclusiones adyacentes. En la evaluación de las distancias entre las acumulaciones e inclusiones la acumulación se considera como una inclusión aislada.

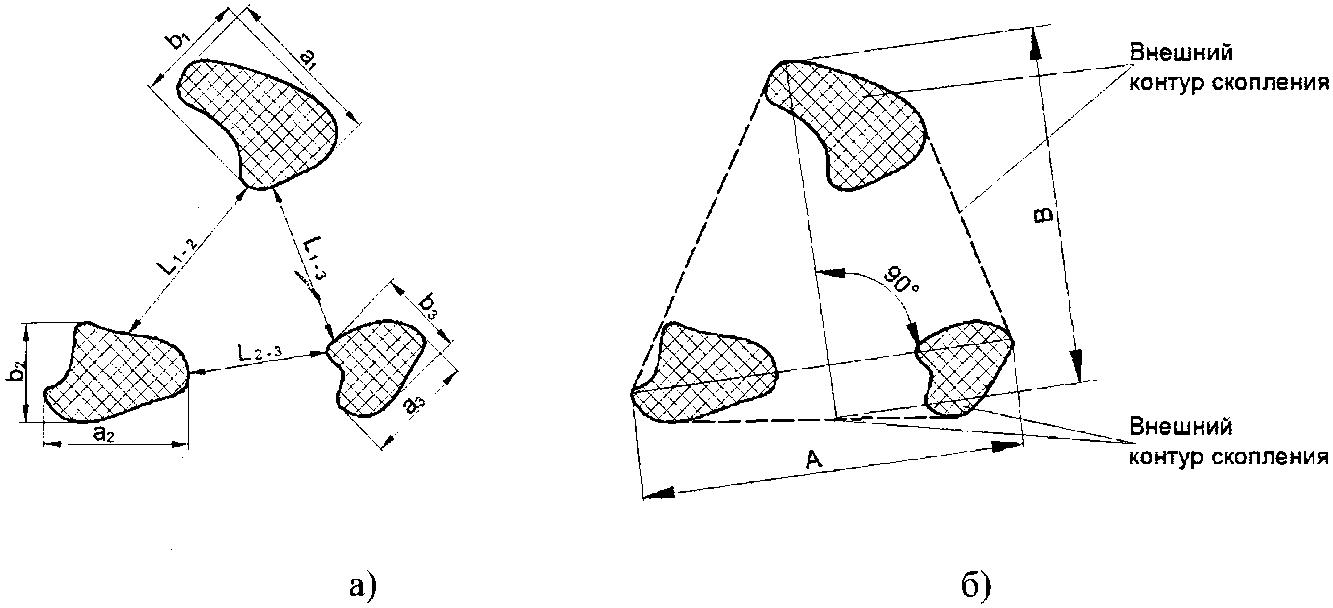


Figura 1.4. Acumulación

(A - tamaño máximo de la acumulación;

B - anchura máxima e la acumulación):

3b1 > L1-2 base_1_314293_32779 b1 para b1 > b2, o 3b2 > L1-2 base_1_314293_32780 b2

para b2 > b1, o L1-2 < 3a1 para a1 < a2, o L1-2 < 3a2

para a2 < a1; 3b1 > L1-3 base_1_314293_32781 b1 para b1 > b3, o 3b3 > L1-3

base_1_314293_32782 b3 para b3 > b1, o L1-3 < 3a3 para a3 < a1, o L1-3 <

3a1 para a1 < a3; 3b2 > L2-3 base_1_314293_32783 b2 para b2 > b3, o 3b3 > L2-3

base_1_314293_32784 b3 para b3 > b2, o L2-3 < 3a2 para a2 < a3,

o L2-3 < 3a3 para a3 < a2

24.1. El contorno exterior de la acumulación - el contorno limitado por los bordes exteriores de las inclusiones que forman parte de la acumulación y las líneas tangentes que conectan estos bordes (figura 1.4. b).

24.2. El tamaño máximo de la acumulación A - el la distancia máxima entre dos puntos vecinos del contorno exterior de la acumulación (figura 1.4 b).

24.3. La anchura máxima de la acumulación B - la distancia máxima entre dos puntos del contorno exterior de la acumulación medida en dirección perpendicular al tamaño máximo de la inclusión (figura 1.4 b).

25. Acumulación aislada - la acumulación cuya distancia mínima L entre el contorno exterior y el contorno exterior de cualquier otra acumulación adyacente o la inclusión es al menos tres veces mayor que la anchura máxima de cada una de las dos acumulaciones en cuestión (o la acumulación y la inclusión), pero no menos de tres veces mayor que el tamaño máximo de la acumulación (inclusión), con un valor menor de este indicador (de las dos consideradas) (figura 1.5).

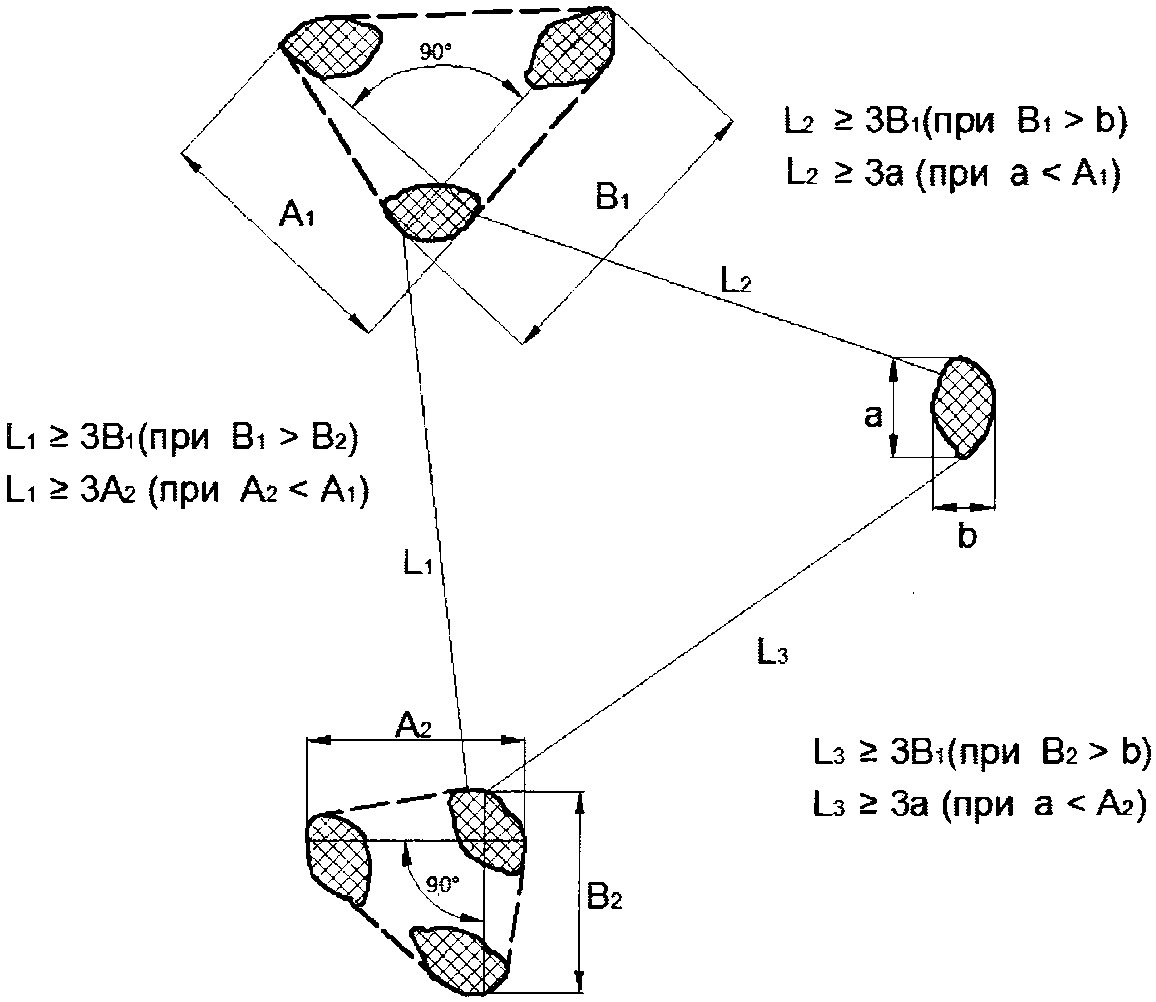


Figura 1.5. Acumulaciones aisladas

26. Grupo de inclusiones - dos o más inclusiones, cuya distancia mínima entre los bordes es inferior a la anchura máxima de al menos una de las dos inclusiones adyacentes en cuestión; el contorno exterior del grupo de inclusiones en cuestión está limitado por los bordes exteriores de las inclusiones que formas parte del grupo considerado, y las líneas tangentes, que conectan los bordes indicados (figura 1.6).

Inclusiones y acumulaciones inadmisibles - las inclusiones (acumulaciones) aisladas que exceden las normas establecidas de dimensiones, número y área total sumaria.

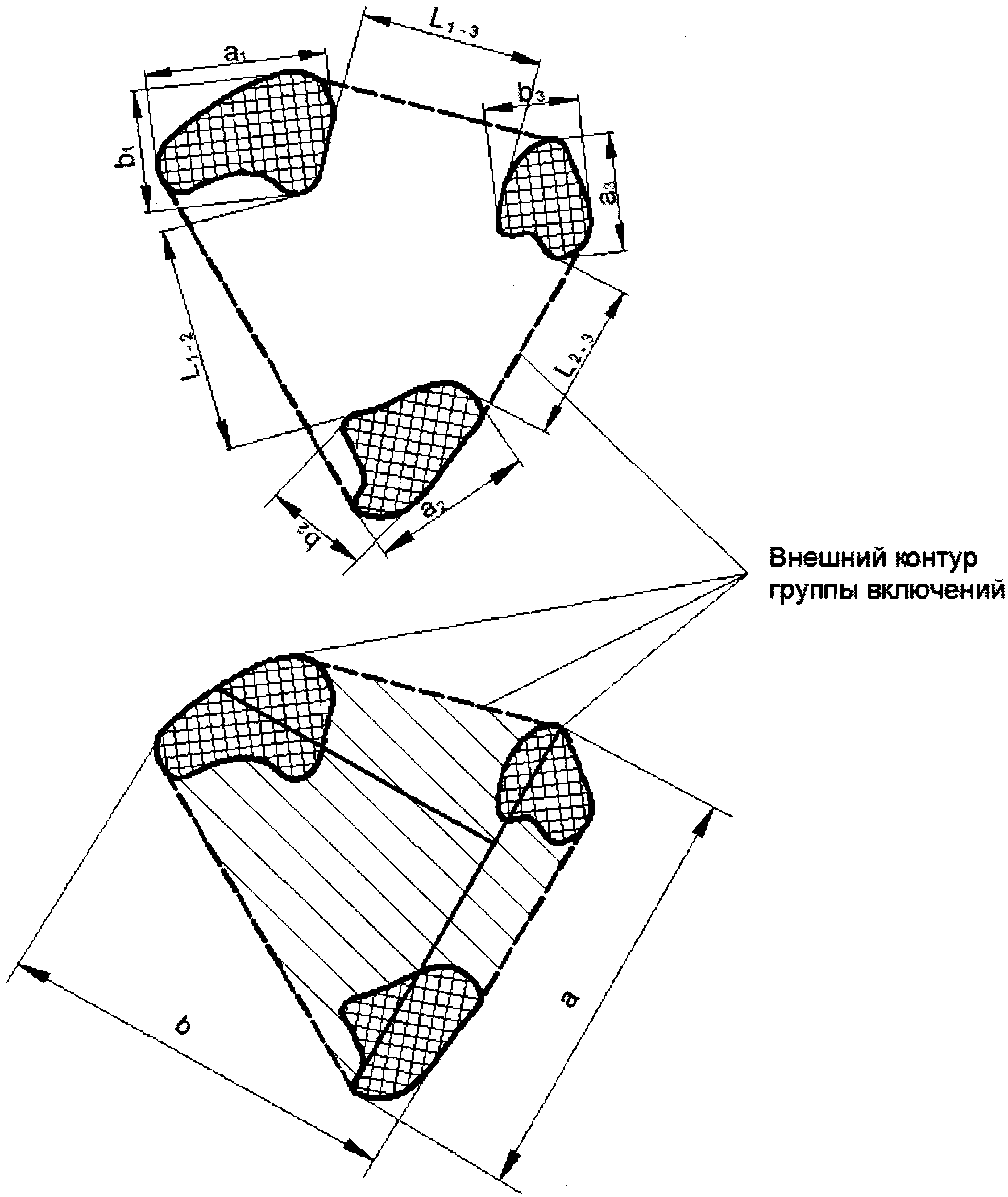


Figura 1.6. Grupo de inclusiones

(a - tamaño máximo del grupo de inclusiones;

b - anchura máxima del grupo de inclusiones):

L1-2 < b1 para b1 > b2, o L1-2 < b2 para b2 > b1;

L1-3 < b1 para b1 > b3, o L1-3 < b3 para b3 > b1;

L2-3 < b2 para b2 > b3, o L2-3 < b3 para b3 > b2

27. Área total sumaria de las inclusiones y acumulaciones (en la inspección radiográfica) - la suma de las áreas totales de las inclusiones aisladas pequeñas y acumulaciones aisladas.

28. Grieta - defecto en forma de la ruptura del metal de la junta soldada o pieza (producto) recargada por soldadura.

29. Profundización entre los cordones - huecos longitudinales entre dos cordones vecinos (se evalúa por la profundidad máxima).

30. Rechupe - defecto en forma de cavidad o hueco que se forman en la contracción del metal fundido en el proceso de solidificación (como regla, está situado en los untos donde la soldadura se interrumpe o se termina).

31. Escamas - las profundizaciones transversales o redondeadas (en la soldadura automática con fundente - alargado-redondeadas) en la superficie del cordón, que se han formado como consecuencia de la irregularidad de solidificación del metal del baño de fusión (se evalúa por la profundidad máxima).

32. Anchura de la costura - la distancia entre los bordes de la superficie de la costura soldada en una sección transversal.

33. El área equivalente de discontinuidad (en la comprobación ultrasónica) - es el área del reflector de fondo plano situado en la misma distancia de la superficie de introducción, que la discontinuidad real, y que crea una señal de amplitud similar.

El Anexo No. 4   
a los códigos y estándares federales   
en el campo del uso de la energía   
atómica "Reglas para el ensayo de metales   
en los equipos y tuberías   
de instalaciones nucleares   
durante la fabricación e instalación",   
aprobados por la orden del Servicio   
Federal de Supervisión Ambiental,   
Tecnológica y Nuclear   
del 14 de noviembre de 2018. No. 553

CONTROL   
DE LAS JUNTAS SOLDADAS DE LA SOLDADURA DE LOS TUBOS CON LAS PLACAS DE TUBOS

Y COLECTORES

1. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de la soldadura de los tubos de acero con las placas de tubos y colectores de los equipos se refieren en la tabla No. 2.1 de este anexo. Las juntas soldadas por arco.

Tabla No. 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoría de la junta soldada | Volumen de control, % | | | | | |
| visual e instrumental | por líquidos penetrantes <\*\*> o con partículas magnéticas <\*\*>, o de corriente de Foucault <\*\*> | | radiográfico | de estanqueidad | |
| Dn base_1_314293_32787 16,0 мм | Dn > 16,0 мм | Dn base_1_314293_32788 16,0 мм | Dn > 16,0 мм |
| I | 100 | 100 | 100 | <\*> | 100 | 100 |
| In, IIna | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | si lo requieren los documentos de diseño |
| II, IIа | 100 | 50 | 50 | <\*> | 100 |
| IInb, IInc | 100 | 50 | 50 | <\*> | 100 |
| IIb, IIIа | 100 | 25 | - | - | 100 |
| IIIb | 100 | 10 | - | - | 100 |
| IIIс | 100 | - | - | - | 100 |
| Notas.  1. Dn - diámetro nominal del tubo.  2. La necesidad y volumen de la comprobación ultrasónica se establecen según los requisitos de los documentos de diseño.  <\*> La necesidad y volumen de la inspección radiográfica se establecen por los requisitos de los documentos de diseño.  <\*\*> El método específico se establece por los requisitos de los documentos de diseño. | | | | | | |

2. La inspección radiográfica de acuerdo con la tabla No. 2.1 de este anexo se realiza en las juntas soldadas con la profundidad mínima de fusión (desde el espejo de la placa de tubos o colector) no menos de 2,5 mm.

3. La inspección de estanqueidad se realiza con los detectores de fugas de helio.

4. En la soldadura por arco manual de los tubos de acero los estudios metalográficos de las juntas soldadas de control se realizan en el inicio de cada el turno. La toma de muestras se realiza al menos de las cuatro secciones de cada la junta soldada de control. En el uso de la soldadura automatizada el volumen de los estudios metalográficos se establece por la documentación tecnológica y de diseño.

5. Los métodos y volumen del control no destructivo de las juntas soldadas de la soldadura de los tubos de aleaciones de titanio con las placas de tubos y colectores de los equipos se refieren en la tabla No. 2.2. de este anexo.

Tabla No. 2.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Categoría de las juntas soldadas | Volumen de control, % | |  |
| visual e instrumental | radiográfico | con líquidos penetrantes |
| I, IIа | 100 | 100 | 100 |
| IIb | 50 | 50 |
| IIIа | 25 | - |
| IIIb | 10 | - |
| IIIс | - | - |
| Nota. La comprobación ultrasónica e inspección de estanqueidad se realizan si lo requieren los documentos de diseño. | | | |

6. La inspección radiográfica de acuerdo con la tabla No. 2.2 de este anexo se realiza en las juntas soldadas con la profundidad mínima de fusión (del espejo de la placa de tubos o colector) no menos de 2,5 mm y con el diámetro interior del tubo no menos de 15,0 mm.

7. El volumen de los estudios metalográficos de las juntas soldadas de la soldadura de los tubos de aleaciones de titanio con las placas de tubos y colectores se establece en la documentación tecnológica y de diseño.

8. El valor de la profundidad de fusión se establece en los documentos de diseño.

9. Las juntas soldadas de control, indicadas en los puntos 4 y 7 de este anexo, debe realizarse por el mismo soldador, con los mismos equipos y en los mismos modos, que las juntas soldadas industriales de soldadura de los tubos con las placas de tubos y colectores.

10. El número de las juntas soldadas de control debe ascender a:

a) una por cada 100 juntas soldadas si el número de juntas en la placa de tubos asciende a más de 500;

b) una por cada 50 juntas soldadas si el número de juntas en la placa de tubos es menos de 500.

El Anexo No. 3   
a los códigos y estándares federales   
en el campo del uso de la energía   
atómica "Reglas para el ensayo de metales en los   
equipos y tuberías   
de instalaciones nucleares   
durante la fabricación e instalación",   
aprobados por la orden del Servicio   
Federal de Supervisión Ambiental,   
Tecnológica y Nuclear del   
14 de noviembre de 2018. No. 553

EL CONTROL NO DESTRUCTIVO   
DE LAS SUPERFICIES DE SELLADO Y DE GUÍA RECARGADAS POR SOLDADURA

1. El control del recargue por soldadura de las superficies de sellado y de guía debe realizarse antes y después del tratamiento mecánico.

Antes del tratamiento mecánico hay que realizar la inspección visual e instrumental.

Después del tratamiento mecánico las superficies recargadas por soldadura deben someterse a:

a) la inspección visual - en todas las superficies recargadas por soldadura en toda el área, incluso las superficies laterales de la zona de fusión con el metal base;

b) la inspección con líquidos penetrantes - en todas las superficies de sellado recargadas por soldadura en toda el área, incluso las superficies laterales de la zona de fusión con el metal base;

c) el control de medición y medición de dureza - de acuerdo con la documentación tecnológica.

Inspección visual e instrumental

2. En las superficies de sellado no se admiten las inclusiones aisladas redondeadas las dimensiones y número de las cuales exceden a los indicados en la tabla No. 3.1 de este anexo. Las inclusiones aisladas redondeadas con el tamaño máxima más de 0,2 mm están sujetas a fijación. No se toman en cuenta las inclusiones con el tamaño máximo menos de 0,2 mm inclusive.

Las inclusiones sujetas a fijación no se admiten (independientemente de dimensiones y su cantidad), si:

a) están situadas a menos de 2,5 mm de los bordes de la superficie de trabajo;

b) al menos dos inclusiones están situadas en una sola linea radial (en el sellado anular) o en una sola generatriz (en el sellado de cono).

Tabla No. 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Anchura nominal de la superficie, mm | Tamaño máximo admisible de la inclusión, mm | El número máximo admisible de inclusiones | | | | | | | |
| En cualesquier 100,0 mm de superficie | En toda la longitud de superficie en el Dc, mm | | | | | | |
| hasta 65,0 | hasta 100,0 | hasta 150,0 | hasta 250,0 | hasta 400,0 | hasta 600,0 | más de 600,0 |
| Hasta 5,0 | no se admiten (con sujeción a los requisitos de fijación de las discontinuidades) | | | | | | | |  |
| Hasta 10,0 | 0,5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Hasta 15,0 | 0,6 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Hasta 25,0 | 0,8 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Hasta 35,0 | 1,0 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Hasta 50,0 | 1,2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| Más de 50,0 | 1,5 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 |
| Nota. Dc - diámetro condicional del paso. | | | | | | | | | |

3. En las superficies de guía no se permiten las inclusiones aisladas redondeadas con el tamaño máximo por encima de 1,5 mm, así como las inclusiones aisladas redondeadas con el tamaño máximo por encima de 0,2 a 1,5 mm inclusive si su número es superior a cuatro en cualquier 20,0 cm2 de superficie recargada por soldadura.

4. Para las superficies de sellado y laterales adyacentes a estas de longitud no múltiplo de 100,0 mm, las normas del número de inclusiones admitidas deben ser modificadas proporcionalmente. El número fraccionario de inclusiones admitidas se redondea al número entero más cercano.

Para las superficies de guía y laterales adyacentes a estas de área no múltiplo de 20,0 cm2, las normas del número de inclusiones admitidas deben ser modificadas proporcionalmente. El número fraccionario de inclusiones admitidas se redondea al número entero más cercano.

Inspección con líquidos penetrantes

5. En la inspección con líquidos penetrantes la evaluación de calidad de las superficies recargadas por soldadura puede realizase tanto por los indicadores, como por las características reales de las discontinuidades detectadas después de eliminar el revelador en la zona de los indicadores registrados.

6. Los resultados de control por indicadores se consideran satisfactorios con sujeción a las siguientes condiciones simultáneamente:

a) todas las trazas indicadoras son redondeadas, no hay trazas indicadoras lineales;

b) el tamaño máximo de cada la traza indicadora no es más de tres veces superior al valor de las normas referidas en los puntos 3, 4, 5 de este anexo para las inclusiones aisladas;

c) el número de las trazas indicadoras no excede las normas reveladas en los puntos 3, 5 de este anexo para las inclusiones aisladas;

d) las trazas indicadoras son aisladas (la distancia mínima entre los bordes de cualesquier dos trazas indicadoras redondeadas es menor que el tamaño máximo de la traza indicadoras más grande de dos trazas examinadas).

No se toman en cuenta las trazas indicadoras con el tamaño máximo de hasta 0,6 mm inclusive.

Las discontinuidades que no cumplen las normas de este punto deben someterse al control de las características reales, referidas en los puntos 3, 4 de este anexo. Los resultados de control son definitivas.

Medición de la dureza

7. La dureza de las superficies recargadas por soldadura después del tratamiento térmico debe cumplir los valores referidos en la tabla No. 5.6 del anexo No. 5 a estas Reglas.

8. El límite superior aceptable de la dureza se establece pos la documentación tecnológica y de diseño en función del volumen del metal recargado por soldadura y regímenes de tratamiento térmico.

9. No se permite que los valores de dureza de los recargues por soldadura de dos capas se desvíen en más de 8 por ciento de los valores referidos en la tabla No. 5.6 del anexo No. 5 a estas Reglas.

10, El número mínimo de mediciones no debe ser inferior a:

a) dos - para las válvulas de diámetro nominal de hasta 65,0 mm inclusive;

b) tres - para las válvulas de diámetro nominal más de 65,0 hasta 150,0 mm inclusive;

c) cinco - para las válvulas de diámetro nominal más de 150,0 hasta 400,0 mm inclusive;

d) ocho - para las válvulas de diámetro nominal más de 400,0 a 600,0 mm inclusive;

e) diez - para las válvulas de diámetro nominal más de 600,0 mm.

11. En el caso de obtener los resultados insatisfactorios de medición de la dureza de las superficies recargadas por soldadura se permite repetir las mediciones con el número doble de mensuraciones. Los resultados de mediciones repetidas son definitivos.

при12. En las piezas con las superficies recargadas por soldadura, accesibles para las mediciones de dureza, el control se realiza directamente en las superficies de trabaja del metal recargado por soldadura después del tratamiento mecánico previo con una margen no más de 0,5 mm para el tratamiento mecánico final.

13. En las piezas con las superficies recargadas por soldadura, inaccesibles para las mediciones de dureza, el control se realiza en las muestras de control idénticas a las controladas piezas industriales recargadas por soldadura por la marca del metal base, preparación para el recargue, método de recargue, lote de materiales de recargue, tecnología de recargue, tratamiento térmico y mecánico.

El control de calidad del recargue por soldadura de las superficies de sellado   
de las piezas de la válvulas de aleaciones de titanio

14. Las dimensiones geométricas del recargue por soldadura están sujetas a control directamente después de la realización del recargue antes del tratamiento térmico.

15. El control visual debe realizase después de realizar el recargue y tratamiento mecánico con el fin de detectar los poros e inclusiones de volframio en la superficie del metal recargado, así como las grietas en la superficie del metal recargado y en el área de efecto térmico.

No se permiten las grietas en el metal recargado por soldadura y en el área de efecto térmico. No se permiten las inclusiones de volframio en la superficie acabada, así como los poros, las dimensiones y cantidad de los cuales exceden los valores referidos en la tabla No. 3.2 de este anexo.

Tabla No. 3.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Diámetro del paso condicional, mm | Tamaño permitido de los poros, mm, no más de | Número permitido de poros, ud., no más de |
| Hasta 50,0 inclusive | Diámetro 0,3  Profundidad 0,2 | 1 |
| Más de 50.0 a 100.0 inclusive | 2 |
| Más de 100,0 | 3 |

16. La inspección con líquidos penetrantes debe realizase después del mecanizado previo y antes del mecanizado final con el fin de detectar las grietas y posos no reveladas en la inspección visual.

17. Cambio de dureza del metal recargado por soldadura se realizan directamente en la superficie de sellado después del mecanizado previo. La superficie donde se realiza la medición de dureza, debe tener la margen de 1,5-2,0 mm. Se permite medir la dureza del metal recargado en las muestras recargadas con los artículos estándares del mismo lote del material de adición, en los mismos regímenes y con los mismos equipos. Las mediciones se realizan en las superficies tratadas mecánicamente en la altura del metal recargado por soldadura no menos de 4,0 mm. La dureza del metal recargado debe ascender a 350 - 430 HV. El número de mediciones de dureza no debe ser inferior a diez. De las diez mediciones se permite no más de tres valores atípicos. En el número mayor de los valores atípicos hay que doblar el número de mediciones, pero se permite no más de seis valores atípicos. Los resultados de medición de dureza en el número doble de muestras son definitivos.

Anexo No. 4 a  
 los códigos y estándares federales  
 en el campo del uso de la energía   
atómica "Reglas para el ensayo de metales  
 en los equipos y tuberías de   
instalaciones nucleares  
 durante la fabricación e instalación",  
 aprobados por la orden del Servicio Federal  
 de Supervisión Ambiental, Tecnológica   
y Nuclear del   
14 de noviembre de 2018. No. 553

EVALUACIÓN DE CALIDAD   
BASADA EN LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE LAS JUNTAS SOLDADAS Y   
SUPERFICIES REVESTIDAS

Inspección visual y dimensional

1. Las normas admisibles de inclusiones superficiales aisladas para las juntas soldadas y bordes pre-revestidos de piezas de acero y aleaciones de hierro y níquel se indican en la tabla No. 4.1 de este anexo.

Tabla No. 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas (revestidas), mm | Tamaño máximo admisible de inclusión en las juntas soldadas (revestimientos) de categoría, mm | | | | | Cantidad máxima admisible de inclusiones en 100 mm cualesquiera de la longitud de la junta soldada (revestimiento) de categoría, | | | | |
| In | IIn | I | II | III | In | IIn | I | II | III |
| Hasta 2,0 inclusive | - | - | - | - | 0,3 | - | - | - | - | 2 |
| Más de 2,0 hasta 3,0 inclusive | - | - | - | 0,3 | 0,4 | - | - | - | 2 | 3 |
| Más de 3,0 hasta 4,0 inclusive | - | - | 0,3 | 0,4 | 0,5 | - | - | 2 | 3 | 4 |
| Más de 4,0 hasta 5,0 inclusive | - | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | - | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Más de 5,0 a 6,0 inclusive | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Más de 6,0 hasta 8,0 inclusive | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Más de 8,0 hasta 10,0 inclusive | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Más de 10,0 hasta 15,0 inclusive | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Más de 15,0 hasta 20,0 inclusive | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Más de 20,0 hasta 40,0 inclusive | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| Más de 40,0 hasta 100,0 inclusive | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Más de 100,0 hasta 200,0 inclusive | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Más de 200,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Nota. Las inclusiones con el máximo tamaño real de hasta 0,2 mm no se toman en cuenta. | | | | | | | | | | |

2. Las normas de altura (profundidad) admisible de la concavidad entre los cordones y de las escamas de su superficie para las juntas soldadas de piezas de acero y aleaciones de hierro y níquel se indican en la tabla No. 4.2 de este anexo.

Tabla No. 4.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas (revestidas), mm | Máximo tamaño lineal para categorías de juntas soldadas, mm | | |
| I, In, IIn | II | III |
| Hasta 2,0 inclusive | 0,3 | 0,4 | 0,6 |
| Más de 2,0 hasta 4,0 inclusive | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| Más de 4,0 hasta 6,0 inclusive | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| Más de 6,0 hasta 10,0 inclusive | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Más de 10,0 hasta 15,0 inclusive | 1,0 | 1,2 | 1,5 |
| Más de 15,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 |

3. En la superficie del revestimiento anticorrosivo se permiten inclusiones aisladas del tamaño máximo de 1,0 mm, siempre que no sean más de cuatro en cualquier área de 100,0 x 100,0 mm.

4. En la inspección visual del revestimiento anticorrosivo, no se tienen en cuenta las inclusiones con el máximo tamaño real de hasta 0.2 mm.

En las superficies de los revestimientos anticorrosivos, la altura (profundidad) de la concavidad entre los cordones no debe exceder de 1,0 mm, y la dimensión de escamas - 0,5 mm.

Durante la ejecución del revestimiento por arco automático con cinta en las superficies de los revestimientos anticorrosivos, se permite un desajuste de la altura de dos cordones adyacentes en los lugares de su unión por una distancia que no exceda de 2.0 mm.

5. Las formas y dimensiones de componentes estructurales de las costuras realizadas (anchura y altura de la convexidad de la costura, distancia mínima entre el borde de la convexidad de la costura y la línea de fusión del pre-revestimiento con el metal de base) deben cumplir con los requisitos de los códigos y estándares federales en el campo del uso de la energía atómica, que rigen la ejecución de la soldadura y revestimiento de equipos y tuberías en las instalaciones nucleares.

6. Al soldar las juntas giratorias de piezas de tubería de acero sin anillos de soporte, se permite una concavidad de la raíz de costura, tanto contínua como entrecortada, en la superficie interior, siempre y cuando las dimensiones de la misma no excedan los valores especificados en la tabla No. 4.3 de este anexo.

Tabla No. 4.3

|  |  |
| --- | --- |
| Espesor nominal de la pared de los tubos (piezas) soldados, mm | Altura (profundidad) admisible de la concavidad de la raíz de costura, mm |
| De 1,0 a 1,8 inclusive | 0,2 |
| Más de 1,8 hasta 2,8 inclusive | 0,4 |
| Más de 2,8 hasta 4,0 inclusive | 0,6 |
| Más de 4,0 hasta 6,0 inclusive | 0,8 |
| Más de 6,0 hasta 8,0 inclusive | 1,0 |
| Más de 8,0 hasta 12,0 inclusive | 1,2 |
| Más de 12,0 | 1,5 |

7. Al soldar las juntas no giratorias de tubería de acero sin anillos de soporte, se permite una concavidad de la raíz de costura en la superficie interior, siempre y cuando las dimensiones de la misma no excedan los valores especificados en la tabla No. 4.4 de este anexo.

Tabla No. 4.4

|  |  |
| --- | --- |
| Espesor nominal de la pared de los tubos soldados, S, mm | Máxima altura (profundidad) admisible de la concavidad de la raíz de costura, mm |
| De 1,0 a 1,8 inclusive | 0,4 |
| Más de 1,8 hasta 2,8 inclusive | 0,6 |
| Más de 2,8 hasta 4,0 inclusive | 0,8 |
| Más de 4,0 hasta 6,0 inclusive | 1,0 |
| Más de 6,0 hasta 8,0 inclusive | 1,2 |
| Más de 8,0 | 0,15S, pero no más de 1,6 mm, a condición de aumentar el refuerzo de la costura por 1,0 mm por encima de la dimensión nominal |

8. En soldadura unilateral de los tubos de acero sin anillos de soporte, las dimensiones de la convexidad de la costura, tanto contínua como entrecortada, deben cumplir con las normas especificadas en la tabla No 4.5 de este anexo.

Tabla No. 4.5

|  |  |
| --- | --- |
| Diámetro interior nominal, mm | Dimensiones de la convexidad (máx.), mm |
| Hasta 25,0 inclusive | 1,5 |
| Más de 25,0 hasta 150,0 inclusive | 2,0 |
| Más de 150,0 | 2,5 |

9. En las mediciones del espesor de revestimiento anticorrosivo o pre-revestimiento en los bordes de las piezas, no se tienen en cuenta las depresiones admisibles entre los rodillos.

10. Las normas admisibles de inclusiones superficiales aisladas y de desviaciones de las dimensiones geométricas para las juntas soldadas y unidades de ensamblaje de aleaciones de aluminio se indican en la tabla No. 4.6 de este anexo.

Tabla No. 4.6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Denominación | Categoría de la junta soldada | Espesor nominal y diámetro de piezas soldadas,  mm | Tamaño de discontinuidad,  mm | Número de disontinuidades o su longitud total |
| Socavados del metal de base | I, II, III | cualquier espesor | no está permitido | |
| 0,1S, pero no más de 0,5 | El 10% de la longitud de la junta soldada ensayada, con las secciones individuales inferiores a 50,0 mm en cualquier tramo de 100,0 mm de la sección ensayada |
| Depresiones entre los rodillos y el metal de base, bultos y escamas | I, II, III | cualquier espesor | 0,1S, pero no más de 0,8 | - <\*> |
| hasta 10,0 inclusive | no más de 1,0 |
| II, III | más de 10,0 hasta 20,0 inclusive | no más de 1,2 |
| más de 20,0 | no más de 1,5 |
| Inclusiones de tungsteno | I, II, III | cualquier espesor | 0,1S, pero no más de 2,0 | 1 por cada 100,0 mm de la costura |
| 0,1S | 3 por cada 100,0 mm de la costura |
| Concavidad de la raíz de la costura en soldadura unilateral de las juntas giratorias de tubos sin anillos de soporte | I, II, III | más de 1,0 hasta 2,0 inclusive | no más de 0,2 | - <\*> |
| más de 2,0 hasta 3,0 inclusive | no más de 0,4 |
| más de 3,0 hasta 4,0 inclusive | no más de 0,6 |
| más de 4,0 hasta 6,0 inclusive | no más de 0,8 |
| más de 6,0 hasta 8,0 inclusive | no más de 1,0 |
| más de 8,0 hasta 12,0 inclusive | no más de 1,2 |
| más de 12,0 | no más de 1,5 |
| Concavidad de la raíz de la costura en soldadura unilateral de las juntas no giratorias de tubos sin anillos de soporte | I, II, III | más de 1,0 hasta 2,0 inclusive | no más de 0,4 | - <\*> |
| más de 2,0 hasta 3,0 inclusive | no más de 0,6 |
| más de 3,0 hasta 4,0 inclusive | no más de 0,8 |
| más de 4,0 hasta 6,0 inclusive | no más de 1,0 |
| más de 6,0 hasta 8,0 inclusive | no más de 1,2 |
| más de 8,0 | 0,15S, pero no más de 1,6 mm, a condición de aumentar el refuerzo de la costura por 1,0 mm por encima de la dimensión nominal |
| Abultamiento de la raíz de la costura con soldadura unilateral de los tubos sin anillos de apoyo | I, II, III | Dnom hasta 25,0 | no más de 1,5 | - <\*> |
| Dnom más de 25,0 hasta 150,0 | no más de 2,0 |
| Dnom más de 150,0 | no más de 2,5 |
| Notas.  1. S - espesor nominal mínima de las piezas soldadas.  2. Dnom - diámetro nominal de los tubos.  <\*> No reglamentado. | | | | |

11. Las normas de evaluación de la calidad de las juntas soldadas de categorías I - III de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de titanio según los resultados de inspección visual y dimensional se indican en la tabla No 4.7 de este anexo.

Tabla No. 4.7

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Junta soldada | | Discontinuidades superficiales, mm | | | | | |
| espesor nominal del componente, mm | categoría | radio de la transición R, mm, mínimo | socavados de la zona de fusión | | depresiones entre los rodillos y escamas, máximo | dimensiones de formación de la raíz de costura, máximo | |
| profundidad, máximo | anchura | concavidad | exceso de convexidad |
| Hasta 5,0 inclusive | I,  II | 12 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 1,0 |
| III | 6 | 1,0 | 1,5 | 0,5q base_1_314293_32789 1,0 | 1,0 | 1,5 |
| Más de 5,0 hasta 12,0 inclusive | I,  II | 12 | 0,5 | 1,0 | 0,5q base_1_314293_32790 1,0 | 1,0 | 1,5 |
| III | 6 | 1,0 | 1,5 | 0,5q base_1_314293_32791 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Más de 12,0 | I,  II | 12 | 0,5 | 1,0 | 0,5q base_1_314293_327921,5 | 1,5 | 2,0 |
| III | 6 | 1,0 | 1,5 | 0,5q base_1_314293_32793 2,0 | 2,0 | 3,0 |
| Nota. q - altura de convexidad de la costura. | | | | | | | |

12. Las disontinuidades detectadas en la inspección visual y dimensional, siendo las dimensiones de las mismas por encima de los valores admisibles, deberán corregirse antes de realizar los ensayos con otros métodos.

Control por molde de referencia metálico (bola)

13. Los resultados del control por molde de referencia metálico (bola) se consideran satisfactorios, si el molde de referencia (bola) de diámetro previsto por la documentación de diseño pasa por la junta soldada ensayada.

Inspección de estanqueidad

14. La calidad de una junta soldada se considera satisfactoria, si durante los ensayos no se observan fugas que excedan los valores correspondientes para su clase de estanqueidad establecidos por la documentación de diseño.

Inspección con líquidos penetrantes

15. En la inspección con líquidos penetrantes, la evaluación de la calidad de las juntas soldadas se puede basarse en las indicaciones y las características reales de las discontinuidades detectadas después de la eliminación del revelador en el área de indicaciones registradas.

16. En la inspección con líquidos penetrantes basada en indicaciones, la calidad de una junta soldada o una superficie revestida se considera satisfactoria, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

а) las indicaciones son aisladas;

b) no aparecen indicaciones lineales;

c) la dimensión más grande de cada indicación no es más de tres veces superior a los valores indicados en los párrafos 2 y 3 de este anexo para las inclusiones aisladas;

d) el número de indicaciones no es superior a los valores indicados en los párrafos 2 y 3 de este anexo para las inclusiones aisladas.

17. Las indicaciones se consideran aisladas, si la distancia mínima entre el borde de cada una de ellas y el borde de cualquier otra indicación adyacente no es inferior a la dimensión máxima de la indicación con el menor valor de ese parámetro.

18. No se tienen en cuenta las indicaciones redondeadas con la dimensión más grande por debajo de 0,6 mm inclusive, sin importar el espesor nominal de piezas soldadas (revestidas).

19. Las discontinuidades que no cumplen con los requisitos del párrafo 18 de este anexo pueden someterse a los ensayos basados en sus características reales; los resultados de tal ensayo serán definitivos.

20. En la inspección con líquidos penetrantes basada en las características reales de las discontinuidades detectadas, la evaluación de la calidad de una junta soldada y de superficie revestida se realizará en conformidad con los requisitos expuestos en los párrafos 1, 2 y 4 de este anexo.

Inspección por partículas magnéticas

21. En la inspección por partículas magnéticas, la evaluación de la calidad se realizará en conformidad con los requisitos establecidos para la inspección visual en los párrafos 1, 2 de este anexo. Se permite evaluar las discontinuidades detectadas que aparecen en la superficie por sus características reales, tras eliminar la suspensión o el polvo.

22. En caso de que se detecten unas indicaciones inadmisibles, se permite realizar la inspección con líquidos penetrantes en las áreas correspondientes. En caso de obtener resultados positivos en el ensayo, se realiza el pulido del metal alcanzando la profundidad hasta 1,0 mm (siempre y cuando se mantenga el espesor admisible mínimo del metal), y la inspección por partículas magnéticas se repite; los resultados de ésta se consideran definitivos

Inspección radiográfica

23. La calidad de una junta soldada (o de una superficie revestida) de las piezas y unidades de ensamblaje se considera satisfactoria, si el ensayo no detecta grietas, faltas de fusión, así como inclusiones, concavidades y covexidades de la raíz de la costura que no cumplen con los requisitos de estas Reglas.

24. Si la concavidad o el exceso de penetración en la raíz de la costura han sido ensayados en la inspección dimensional, no serán evaluados en la inspección radiográfica.

25. Las normas de inclusiones aisladas y porosidades agrupadas admisibles en las juntas soldadas (excepto las categorías In y IIn) de piezas y unidades de ensamblaje de acero y aleaciones de hierro y níquel se indican en la tabla No. 4.8 de este anexo.

Tabla No. 4.8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas en el sitio de soldadura, mm | Sensibilidad requerida del control, mm, no mayor de | Inclusiones aisladas y porosidades agrupadas | | | | Grandes inclusiones aisladas | | |
| Dimensión máxima admisible, mm | | Número admisible de inclusiones y porosidades agrupadas en cualquier sección de 100,0 mm de largo de la junta soldada, ud. | Área total admisible de inclusiones y porosidades agrupadas en cualquier sección de 100,0 mm de largo de la junta soldada, mm2 | Valor admisible, mm | | Número admisible en cualquier sección de 100,0 mm de largo de la junta soldada, ud. |
| inclusiones | porosidades agrupadas | dimensión máxima | anchura máxima |
| Juntas soldadas de categoría I | | | | | | | | |
| Más de 1,0 hasta 1,5 inclusive | 0,10 | 0,2 | 0,3 | 10 | 0,15 | 3,0 | 0,2 | 1 |
| Más de 1,5 a 2,0 inclusive | 0,10 | 0,3 | 0,4 | 10 | 0,3 | 3,0 | 0,3 | 1 |
| Más de 2,0 a 2,5 inclusive | 0,10 | 0,4 | 0,6 | 10 | 0,6 | 3,0 | 0,4 | 1 |
| Más de 2,5 hasta 3,0 inclusive | 0,10 | 0,5 | 0,8 | 10 | 1,0 | 3,0 | 0,5 | 1 |
| Más de 3,0 hasta 4,5 inclusive | 0,10 | 0,6 | 1,0 | 10 | 1,4 | 3,0 | 0,6 | 1 |
| Más de 4,5 hasta 6,0 inclusive | 0,20 | 0,8 | 1,2 | 11 | 2,5 | 3,0 | 0,8 | 1 |
| Más de 6,0 a 7,5 inclusive | 0,20 | 1,0 | 1,5 | 11 | 4,0 | 3,0 | 1,0 | 1 |
| Más de 7,5 hasta 10,0 inclusive | 0,20 | 1,2 | 2,0 | 12 | 5,5 | 3,5 | 1,2 | 1 |
| Más de 10,0 hasta 12,0 inclusive | 0,20 | 1,5 | 2,5 | 12 | 7,5 | 3,5 | 1,5 | 1 |
| Más de 12,0 hasta 14,0 inclusive | 0,30 | 1,5 | 2,5 | 13 | 9,0 | 4,0 | 1,5 | 1 |
| Más de 14,0 hasta 18,0 inclusive | 0,30 | 2,0 | 3,0 | 13 | 11,0 | 4,0 | 2,0 | 1 |
| Más de 18,0 hasta 21,0 inclusive | 0,30 | 2,0 | 3,0 | 14 | 14,0 | 4,0 | 2,0 | 1 |
| Más de 21,0 hasta 24,0 inclusive | 0,40 | 2,0 | 3,0 | 14 | 17,5 | 5,0 | 2,0 | 1 |
| Más de 24,0 hasta 27,0 inclusive | 0,40 | 2,5 | 3,5 | 15 | 20,0 | 5,0 | 2,5 | 2 |
| Más de 27,0 hasta 30,0 inclusive | 0,40 | 2,5 | 3,5 | 15 | 23,0 | 6,0 | 2,5 | 2 |
| Más de 30,0 hasta 35,0 inclusive | 0,50 | 2,5 | 4,0 | 16 | 26,0 | 6,0 | 2,5 | 2 |
| Más de 35,0 hasta 40,0 inclusive | 0,50 | 3,0 | 4,5 | 17 | 30,0 | 7,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 40,0 hasta 45,0 inclusive | 0,60 | 3,0 | 4,5 | 18 | 34,0 | 8,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 45,0 hasta 50,0 inclusive | 0,60 | 3,0 | 4,5 | 19 | 38,0 | 9,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 50,0 hasta 55,0 inclusive | 0,60 | 3,0 | 4,5 | 20 | 42,0 | 10,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 55,0 hasta 65,0 inclusive | 0,75 | 3,5 | 5,0 | 21 | 48,0 | 10,0 | 3,5 | 2 |
| Más de 65,0 hasta 75,0 inclusive | 0,75 | 3,5 | 5,0 | 22 | 56,0 | 10,0 | 3,5 | 2 |
| Más de 75,0 hasta 85,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 6,0 | 23 | 64,0 | 10,0 | 4,0 | 2 |
| Más de 85,0 hasta 100,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 6,0 | 24 | 72,0 | 10,0 | 4,0 | 2 |
| Más de 100,0 hasta 115,0 inclusive | 1,25 | 4,0 | 6,0 | 25 | 85,0 | 10,0 | 4,0 | 2 |
| Más de 115,0 hasta 125,0 inclusive | 1,25 | 5,0 | 7,0 | 25 | 100,0 | 10,0 | 5,0 | 2 |
| Más de 125,0 hasta 135,0 inclusive | 1,50 | 5,0 | 7,0 | 24 | 100,0 | 11,0 | 5,0 | 2 |
| Más de 135,0 hasta 150,0 inclusive | 1,50 | 5,0 | 7,0 | 24 | 115,0 | 11,0 | 5,0 | 2 |
| Más de 150,0 hasta 175,0 inclusive | 2,00 | 5,0 | 7,0 | 23 | 130,0 | 11,0 | 5,0 | 2 |
| Más de 175,0 hasta 200,0 inclusive | 2,00 | 5,0 | 8,0 | 23 | 150,0 | 11,0 | 5,0 | 2 |
| Más de 200,0 hasta 250,0 inclusive | 2,50 | 5,0 | 8,0 | 22 | 180,0 | 12,0 | 5,0 | 2 |
| Más de 250,0 hasta 300,0 inclusive | 3,00 | 6,0 | 9,0 | 21 | 220,0 | 12,0 | 6,0 | 2 |
| Más de 300,0 hasta 350,0 inclusive | 3,50 | 7,0 | 10,0 | 20 | 260,0 | 13,0 | 7,0 | 2 |
| Más de 350,0 hasta 400,0 inclusive | 4,00 | 8,0 | 12,0 | 19 | 300,0 | 13,0 | 8,0 | 2 |
| Más de 400,0 hasta 450,0 inclusive | 4,50 | 9,0 | 14,0 | 18 | 340,0 | 13,0 | 9,0 | 2 |
| Más de 450,0 hasta 500,0 inclusive | 5,00 | 10,0 | 15,0 | 17 | 380,0 | 14,0 | 10,0 | 2 |
| Más de 500,0 hasta 550,0 inclusive | 5,50 | 11,0 | 16,0 | 16 | 420,0 | 14,0 | 11,0 | 2 |
| Más de 550,0 | 6,00 | 12,0 | 18,0 | 15 | 460,0 | 14,0 | 12,0 | 2 |
| Juntas soldadas de categoría II | | | | | | | | |
| Más de 1,0 hasta 1,5 inclusive | 0,10 | 0,3 | 0,4 | 11 | 0,4 | 4,0 | 0,3 | 1 |
| Más de 1,5 a 2,0 inclusive | 0,10 | 0,4 | 0,6 | 11 | 0,6 | 4,0 | 0,4 | 1 |
| Más de 2,0 a 2,5 inclusive | 0,10 | 0,5 | 0,8 | 11 | 1,2 | 4,0 | 0,5 | 1 |
| Más de 2,5 hasta 3,5 inclusive | 0,10 | 0,6 | 1,0 | 11 | 1,7 | 4,0 | 0,6 | 1 |
| Más de 3,5 hasta 5,0 inclusive | 0,20 | 0,8 | 1,2 | 11 | 3,0 | 4,0 | 0,8 | 1 |
| Más de 5,0 hasta 6,5 inclusive | 0,20 | 1,0 | 1,5 | 12 | 4,5 | 4,0 | 1,0 | 2 |
| Más de 6,5 hasta 8,5 inclusive | 0,20 | 1,2 | 2,0 | 12 | 6,5 | 4,0 | 1,2 | 2 |
| Más de 8,5 hasta 10,0 inclusive | 0,20 | 1,5 | 2,5 | 13 | 8,5 | 4,0 | 1,5 | 2 |
| Más de 10,0 hasta 12,0 inclusive | 0,30 | 1,5 | 2,5 | 13 | 10,0 | 5,0 | 1,5 | 2 |
| Más de 12,0 hasta 15,0 inclusive | 0,30 | 2,0 | 3,0 | 14 | 12,0 | 5,0 | 2,0 | 2 |
| Más de 15,0 hasta 18,0 inclusive | 0,30 | 2,0 | 3,0 | 14 | 15,0 | 5,0 | 2,0 | 2 |
| Más de 18,0 hasta 21,0 inclusive | 0,40 | 2,5 | 3,5 | 15 | 18,0 | 6,0 | 2,5 | 2 |
| Más de 21,0 hasta 24,0 inclusive | 0,40 | 2,5 | 4,0 | 15 | 21,0 | 6,0 | 2,5 | 2 |
| Más de 24,0 hasta 28,0 inclusive | 0,50 | 3,0 | 4,5 | 16 | 24,0 | 7,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 28,0 hasta 32,0 inclusive | 0,50 | 3,0 | 4,5 | 16 | 28,0 | 7,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 32,0 hasta 38,0 inclusive | 0,60 | 3,0 | 4,5 | 18 | 32,0 | 8,0 | 3,0 | 2 |
| Más de 38,0 hasta 44,0 inclusive | 0,60 | 3,5 | 5,0 | 20 | 37,0 | 9,0 | 3,5 | 2 |
| Más de 44,0 hasta 52,0 inclusive | 0,75 | 3,5 | 5,0 | 21 | 43,0 | 10,0 | 3,5 | 2 |
| Más de 52,0 hasta 60,0 inclusive | 0,75 | 4,0 | 6,0 | 22 | 50,0 | 12,0 | 4,0 | 3 |
| Más de 60,0 hasta 70,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 6,0 | 23 | 58,0 | 12,0 | 4,0 | 3 |
| Más de 70,0 hasta 80,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 6,9 | 24 | 67,0 | 12,0 | 4,0 | 3 |
| Más de 80,0 hasta 100,0 inclusive | 1,25 | 4,0 | 6,0 | 25 | 81,0 | 12,0 | 4,0 | 3 |
| Más de 100,0 hasta 120,0 inclusive | 1,50 | 5,0 | 7,0 | 26 | 100,0 | 12,0 | 5,0 | 3 |
| Más de 120,0 hasta 140,0 inclusive | 1,75 | 5,0 | 7,0 | 25 | 115,0 | 12,0 | 5,0 | 3 |
| Más de 140,0 hasta 160,0 inclusive | 2,00 | 5,0 | 8,0 | 24 | 135,0 | 13,0 | 5,0 | 3 |
| Más de 160,0 hasta 200,0 inclusive | 2,50 | 6,0 | 9,0 | 24 | 160,0 | 13,0 | 6,0 | 3 |
| Más de 200,0 hasta 240,0 inclusive | 3,00 | 6,0 | 9,0 | 23 | 200,0 | 14,0 | 6,0 | 3 |
| Más de 240,0 hasta 280,0 inclusive | 3,50 | 7,0 | 10,0 | 22 | 235,0 | 14,0 | 7,0 | 3 |
| Más de 280,0 | 4,00 | 8,0 | 12,0 | 22 | 250,0 | 14,0 | 8,0 | 3 |
| Juntas soldadas de categoría III | | | | | | | | |
| Más de 1,0 hasta 2,0 inclusive | 0,10 | 0,4 | 0,6 | 12 | 0,8 | 5,0 | 0,5 | 2 |
| Más de 2,0 hasta 3,0 inclusive | 0,10 | 0,6 | 1,0 | 12 | 2,0 | 5,0 | 0,6 | 2 |
| Más de 3,0 hasta 4,0 inclusive | 0,20 | 0,8 | 1,2 | 12 | 3,5 | 5,0 | 0,8 | 2 |
| Más de 4,0 hasta 5,0 inclusive | 0,20 | 1,0 | 1,5 | 13 | 5,0 | 5,0 | 1,0 | 2 |
| Más de 5,0 hasta 6,5 inclusive | 0,20 | 1,2 | 2,0 | 13 | 6,0 | 5,0 | 1,2 | 3 |
| Más de 6,5 hasta 8,0 inclusive | 0,20 | 1,5 | 2,5 | 13 | 8,0 | 5,0 | 1,5 | 3 |
| Más de 8,0 hasta 10,0 inclusive | 0,30 | 1,5 | 2,5 | 14 | 10,0 | 5,0 | 1,5 | 3 |
| Más de 10,0 hasta 12,0 inclusive | 0,30 | 2,0 | 3,0 | 14 | 12,0 | 6,0 | 2,0 | 3 |
| Más de 12,0 hasta 14,0 inclusive | 0,40 | 2,0 | 3,0 | 15 | 14,0 | 6,0 | 2,0 | 3 |
| Más de 14,0 hasta 18,0 inclusive | 0,40 | 2,5 | 3,5 | 15 | 16,0 | 6,0 | 2,5 | 3 |
| Más de 18,0 hasta 22,0 inclusive | 0,50 | 3,0 | 4,0 | 16 | 20,0 | 7,0 | 3,0 | 3 |
| Más de 22,0 hasta 24,0 inclusive | 0,50 | 3,0 | 4,5 | 16 | 25,0 | 7,0 | 3,0 | 3 |
| Más de 24,0 hasta 28,0 inclusive | 0,60 | 3,0 | 4,5 | 18 | 25,0 | 8,0 | 3,0 | 3 |
| Más de 28,0 hasta 32,0 inclusive | 0,60 | 3,5 | 5,0 | 18 | 31,0 | 8,0 | 3,5 | 3 |
| Más de 32,0 hasta 35,0 inclusive | 0,60 | 3,5 | 5,0 | 20 | 35,0 | 9,0 | 3,5 | 3 |
| Más de 35,0 hasta 38,0 inclusive | 0,75 | 3,5 | 5,0 | 20 | 35,0 | 9,0 | 3,5 | 3 |
| Más de 38,0 hasta 44,0 inclusive | 0,75 | 4,0 | 6,0 | 21 | 41,0 | 10,0 | 4,0 | 3 |
| Más de 44,0 hasta 50,0 inclusive | 0,75 | 4,0 | 6,0 | 22 | 47,0 | 12,0 | 4,0 | 3 |
| Más de 50,0 hasta 60,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 6,0 | 23 | 55,0 | 14,0 | 4,0 | 4 |
| Más de 60,0 hasta 70,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 6,0 | 24 | 65,0 | 14,0 | 4,0 | 4 |
| Más de 70,0 hasta 85,0 inclusive | 1,25 | 5,0 | 7,0 | 25 | 78,0 | 14,0 | 5,0 | 4 |
| Más de 85,0 hasta 100,0 inclusive | 1,50 | 5,0 | 7,0 | 26 | 92,0 | 14,0 | 5,0 | 4 |
| Más de 100,0 hasta 130,0 inclusive | 2,00 | 5,0 | 8,0 | 27 | 115,0 | 14,0 | 5,0 | 4 |
| Más de 130,0 hasta 165,0 inclusive | 2,50 | 6,0 | 9,0 | 26 | 145,0 | 15,0 | 6,0 | 4 |
| Más de 165,0 hasta 200,0 inclusive | 3,00 | 6,0 | 9,0 | 25 | 160,0 | 15,0 | 6,0 | 4 |
| Más de 200,0 hasta 225,0 inclusive | 3,50 | 7,0 | 10,0 | 25 | 210,0 | 15,0 | 7,0 | 4 |
| Más de 225,0 | 4,00 | 8,0 | 12,0 | 24 | 230,0 | 16,0 | 8,0 | 4 |

26. En la tabla No. 4.8, los valores de la sensibilidad requerida se especifican para las cuñas escalonadas. Al ulitizar los penetrámetros de alambre, se permite sustituir los valores de sensibilidad de 0,30; 0,60; 0,75 y 1,5 mm por 0,32; 0,63; 0,80 y 1,6 mm, respectivamente.

27. Las normas de inclusiones aisladas y porosidades agrupadas admisibles en las juntas soldadas de categorías In y IIn de piezas y unidades de ensamblaje de acero se indican en la tabla No. 4.9 de este anexo.

Tabla No. 4.9

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas en el sitio de soldadura, mm | Sensibilidad requerida, mm | Dimensión máxima admisible de una inclusión o porosidad agrupada, mm | Número admisible de inclusiones y porosidades agrupadas en cualquier sección de 100,0 mm de largo de la junta soldada, ud. | Área total admisible de inclusiones y porosidades agrupadas en cualquier sección de 100,0 mm de largo de la junta soldada, mm2 |
| Juntas soldadas de categoría In | | | | |
| Hasta 2,0 inclusive | 0,10 | no se permiten | no se permiten | no se permiten |
| Más de 2,0 hasta 3,0 inclusive | 0,10 | no se permiten | no se permiten | no se permiten |
| Más de 3,0 hasta 5,0 inclusive | 0,10 | 0,4 | 3 | 0,5 |
| Más de 5,0 hasta 8,0 inclusive | 0,20 | 0,5 | 3 | 1,0 |
| Más de 8,0 a 11,0 inclusive | 0,30 | 0,6 | 4 | 1,5 |
| Más de 11,0 hasta 14,0 inclusive | 0,30 | 0,8 | 4 | 2,0 |
| Más de 14,0 hasta 20,0 inclusive | 0,30 | 1,0 | 4 | 3,0 |
| Más de 20,0 hasta 26,0 inclusive | 0,40 | 1,2 | 4 | 4,5 |
| Más de 26,0 hasta 34,0 inclusive | 0,40 | 1,6 | 4 | 7,0 |
| Más de 34,0 hasta 45,0 inclusive | 0,50 | 2,0 | 5 | 12,0 |
| Más de 45,0 hasta 67,0 inclusive | 0,60 | 2,5 | 5 | 20,0 |
| Más de 67,0 hasta 90,0 inclusive | 1,00 | 3,0 | 5 | 27,0 |
| Más de 90,0 hasta 120,0 inclusive | 1,25 | 4,0 | 5 | 45,0 |
| Más de 120,0 hasta 200,0 inclusive | 1,50 | 5,0 | 5 | 75,0 |
| Más de 200,0 | 2,00 | 5,0 | 7 | 125,0 |
| Juntas soldadas de categoría IIn | | | | |
| Hasta 2,0 inclusive <1> | 0,10 | no se permiten | no se permiten | no se permiten |
| Más de 2,0 hasta 3,0 inclusive <1> | 0,10 | 0,4 | 5 | 0,6 |
| Más de 3,0 hasta 5,0 inclusive | 0,20 | 0,5 | 5 | 1,0 |
| Más de 5,0 hasta 8,0 inclusive | 0,20 | 0,6 | 5 | 1,5 |
| Más de 8,0 a 11,0 inclusive | 0,20 | 0,8 | 5 | 2,5 |
| Más de 11,0 hasta 14,0 inclusive | 0,30 | 1,0 | 6 | 4,0 |
| Más de 14,0 hasta 20,0 inclusive | 0,30 | 1,2 | 6 | 6,0 |
| Más de 20,0 hasta 26,0 inclusive | 0,40 | 1,5 | 6 | 9,0 |
| Más de 26,0 hasta 34,0 inclusive | 0,50 | 2,0 | 6 | 16,0 |
| Más de 34,0 hasta 45,0 inclusive | 0,60 | 2,5 | 7 | 25,0 |
| Más de 45,0 hasta 67,0 inclusive | 0,75 | 3,0 | 7 | 36,0 |
| Más de 67,0 hasta 90,0 inclusive | 1,00 | 4,0 | 7 | 64,0 |
| Más de 90,0 hasta 120,0 inclusive | 1,25 | 5,0 | 7 | 100,0 |
| Más de 120,0 hasta 200,0 inclusive | 1,50 | 5,0 | 8 | 125,0 |
| Más de 200,0 | 2,00 | 5,0 | 10 | 175,0 |
| Nota. <1> Para las juntas soldadas incorporando tubos en las placas de tubos de categorías In, IIna, con diámetro nominal Dnom base_1_314293_32794 de 16.0 mm, las normas están establecidas en la documentación de diseño. | | | | |

28. Las inclusiones con la dimensión más grande inferior a los valores especificados en el apartado "sensibilidad requerida" de las tablas No. 4.8 y 4.9 de este anexo no se tienen en cuenta a la hora de calcular el número de inclusiones y su área total, así como cuando se consideran las distancias entre las inclusiones (porosidades agrupadas).

A la hora de determinar una porosidad agrupada, se tienen en cuenta todas las inclusiones con la dimensión más grande superior a 0,2 mm.

Para el espesor nominal de las piezas soldadas inferior a 1,0 mm, las normas admisibles de inclusiones aisladas se establecen en la documentación de diseño; dichas normas no deberán exceder los valores especificados en las tablas No. 4.8 y 4.9 de este anexo para el espesor de 1,0 mm.

29. Cualquier conjunto de inclusiones (inclusiones aisladas, grupos de inclusiones) que pueda inscribirse en un rectángulo con dimensiones inferiores a la dimensión máxima admisible y la anchura máxima admisible de una inclusión aislada grande, deberá considerarse como una sola inclusión contínua.

30. Cualquier conjunto de inclusiones (inclusiones aisladas, grupos de inclusiones) que pueda inscribirse en un cuadrado con dimensiones inferiores a la dimensión máxima admisible de una inclusión aislada, deberá considerarse como una sola inclusión contínua.

31. Si no aparecen grandes inclusiones aisladas o si su número es inferior a los valores expuestos en las normas de la tabla No. 4.8 de este anexo, se podrá permitir cierto número de inclusiones aisladas y (o) porosidades agrupadas aisladas, de dimensiones admisibles, sin tenerlas en cuenta al calcular la superficie total de las inclusiones aisladas y porosidades agrupadas aisladas.

32. Para las juntas soldadas (bordes revestidos) con una longitud inferior a 100,0 mm, las normas especificadas en las tablas No. 6 y 7 de este anexo deberán reducirse en proporción según la cantidad y el área total de inclusiones (porosidades agrupadas). El número fraccionario de inclusiones (porosidades agrupadas) admisibles se redondea al número entero más cercano.

33. En el ensayo de los bordes pre-revestidos, la sensibilidad de control requerida y las dimensiones máximas admisibles de las inclusiones aisladas y porosidades agrupadas se asumirán según las normas especificadas en las tablas No. 4.8 y 4.9 de este anexo. El número admisible y el área total de inclusiones aisladas y porosidades agrupadas no excederán el 50% de los valores especificados en las tablas No. 4.8 y 4.9 de este anexo.

34. En el ensayo de juntas soldadas son la penetración insuficiente, o con anillos de soporte, o de juntas angulares, no se consideran unas brechas estructurales visibles en la radiografía, incluso cuando se han llenado de escoria o metal.

35. Las normas de inclusiones aisladas y porosidades agrupadas admisibles en las juntas soldadas de categorías I, II y III de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de aluminio se indican en la tabla No. 4.10 de este anexo.

Tabla No. 4.10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas,  mm | Sensibilidad de ensayo requerida,  mm,  máximo | Dimensión máxima admisible,  mm | | Longitud máxima admisible de inclusiones y porosidades agrupadas en cualquier sección de 100,0 mm de la imágen radiográfica, mm | | |
| categorías de juntas soldadas | | |
| inclusiones | porosidades agrupadas | I | II | III |
| De 3,0 hasta 5,0 inclusive | 0,1 | 1,0 | 1,8 | 4,0 | 6,0 | 10,0 |
| Más de 5,0 hasta 8,0 inclusive | 0,2 | 1,2 | 2,2 | 6,0 | 8,0 | 12,0 |
| Más de 8,0 hasta 12,0 inclusive | 0,3 | 1,5 | 2,5 | 8,0 | 10,0 | 15,0 |
| Más de 12,0 hasta 18,0 inclusive | 0,4 | 2,0 | 3,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 |
| Más de 18,0 hasta 25,0 inclusive | 0,5 | 2,5 | 4,0 | 12,0 | 18,0 | 24,0 |
| Más de 25,0 hasta 30,0 inclusive | 0,5 | 3,0 | 5,0 | 14,0 | 20,0 | 26,0 |

36. Las normas de evaluación de la calidad de juntas soldadas de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de titanio se indican en la tabla No. 4.11 de este anexo.

Tabla No. 4.11

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas,  mm | Categoría de la junta soldada | Tamaño admisible de una discontinuidad aislada (porosidades e inclusiones),  mm | Longitud total admisible de todas las discontinuidades admisibles | |
| en cualquier sección de radiografía de 100,0 mm de largo,  mm | en toda la imagen radiográfica,  % |
| Hasta 2,0 inclusive | I, II | 0,2 | 0,6 | 0,5 |
| III | 0,4 | 2,5 | 2,5 |
| Más de 2,0 hasta 3,0 inclusive | I, II | 0,3 | 0,9 | 0,7 |
| III | 0,6 | 4,5 | 4,0 |
| Más de 3,0 hasta 4,0 inclusive | I, II | 0,4 | 1,2 | 1,0 |
| III | 0,8 | 5,6 | 5,0 |
| Más de 4,0 hasta 5,0 inclusive | I, II | 0,5 | 1,5 | 1,5 |
| III | 1,0 | 7,0 | 7,0 |
| Más de 5,0 hasta 12,0 inclusive | I, II | 1,2 | 2,4 | 2,0 |
| III | 1,5 | 9,0 | 9,0 |
| Más de 12,0 hasta 20,0 inclusive | I, II | 1,5 | 3,6 | 3,0 |
| III | 2,0 | 13,0 | 13,0 |
| Más de 20,0 hasta 40,0 inclusive | I, II | 2,0 | 6,0 | 5,0 |
| III | 3,5 | 15,0 | 15,0 |
| Más de 40,0 hasta 100,0 inclusive | I, II | 2,5 | 7,5 | 6,0 |
| III | 4,5 | 25,0 | 25,0 |
| Notas.  1. Si la longitud de la costura es inferior a 100,0 mm, el ensayo se realiza en la longitud total de la mima.  2. No se permiten porosidades agrupadas o cadenas de porosidades o de inclusiones. | | | | |

Inspección por ultrasonido

37. En la inspección por ultrasonido de las juntas soldadas a tope entre las piezas y unidades de ensamblaje con espesor entre 2.0 y 5.5 mm, de aceros perlíticos y (o) de alto cromo, las normas de discontinuidades admisibles aisladas se indican en la tabla No. 4.12 de este anexo.

Tabla No. 4.12

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas, mm | Nivel de sensibilidad de rechazo del reflector angular de soporte en forma de entalladura (alto x ancho), mm | Número admisible de discontinuidades aisladas registradas en cualquier sección de 100 mm de largo de la junta soldada, ud. |
| De 2,0 a 2,5 inclusive | 1,0 x 0,4 | 4 |
| Más de 2,5 hasta 3,5 inclusive | 1,0 x 0,6 | 5 |
| Más de 3,5 hasta 4,0 inclusive | 1,0 x 0,8 | 5 |
| Más de 4,0 hasta 4,5 inclusive | 1,2 x 0,8 | 6 |
| Más de 4,5 hasta 5,0 inclusive | 1,2 x 1,0 | 6 |
| Más de 5,0 hasta 5,5 inclusive | 1,2 x 1,1 | 6 |
| Notas.  1. El nivel de sensibilidad de rechazo se establece para los ensayos realizados con un reflector angular estándar en forma de entalladura.  2. Se permiten los ensayos con otros reflectores, a condición de que los resultados de la verificación se aseguren idénticos.  3. El nivel de sensibilidad de referencia (nivel de fijación) se logra aumentando la sensibilidad del detector de fallas en 6 dB en comparación con el nivel de rechazo.  4. En la fabricación, la tolerancia en las dimensiones del reflector angular estándar no debe exceder el +/- 10%; la perpendicularidad de la superficie reflectora de la entalladura será de 90 +/- 1,0°. | | |

38. En la inspección por ultrasonido de las juntas soldadas a tope entre las piezas y unidades de ensamblaje con espesor superior a 5.5 mm, de aceros perlíticos y (o) de alto cromo, las normas de discontinuidades admisibles aisladas se indican en la tabla No. 4.13 de este anexo.

Tabla No. 4.13

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas, mm | Área equivalente de las discontinuidades aisladas, mm2 | | | | | | Número admisible de discontinuidades aisladas registradas en cualquier sección de 100 mm de largo de la junta soldada, ud. | | |
| mínimo registrado | | | máximo admisible | | |
| categoría de la junta soldada | | | | | | | | |
| I, In, IIn | II | III | I, In, IIn | II | III | I, In, IIn | II | III |
| De 5,5 a 10,0 inclusive | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 4,0 | 5,0 | 7,0 |
| Más de 10,0 hasta 20,0 inclusive | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 |
| Más de 20,0 hasta 40,0 inclusive | 2,0 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 6,0 | 7,0 | 9,0 |
| Más de 40,0 hasta 60,0 inclusive | 2,5 | 3,5 | 5,0 | 5,0 | 7,0 | 10,0 | 7,0 | 8,0 | 10,0 |
| Más de 60,0 hasta 80,0 inclusive | 3,5 | 5,0 | 7,5 | 7,0 | 10,0 | 15,0 | 7,0 | 9,0 | 11,0 |
| Más de 80,0 hasta 100,0 inclusive | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 7,0 | 9,0 | 11,0 |
| Más de 100,0 hasta 120,0 inclusive | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 |
| Más de 120,0 hasta 200,0 inclusive | 7,5 | 10,0 | 15,0 | 15,0 | 20,0 | 30,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 |
| Más de 200,0 hasta 300,0 inclusive | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | 40,0 | 50,0 | 9,0 | 11,0 | 13,0 |
| Más de 300,0 hasta 400,0 inclusive | 25,0 | - | - | 50,0 | - | - | 10,0 | - | - |
| Más de 400,0 hasta 600,0 inclusive | 35,0 | - | - | 60,0 | - | - | 10,0 | - | - |
| Notas.  1. No se permiten las discontinuidades extensas.  2. Las normas de evaluación de la calidad por el área equivalente se presentan para el control con un reflector de fondo plano estándar.  3. En el ensayo de juntas soldadas de piezas y unidades de ensamblaje de acero, con espesor nominal de la pared inferior a 20,0 mm, se permite el uso de reflectores angulares (entalladuras), las dimensiones de los cuales se calculan según las normas para las discontinuidades aisladas admisibles.  4. Se permite el control por otros tipos de reflectores, siempre y cuando se cumplan los requisitos de las normas GOST R 55724-2013 "Control no destructivo. Juntas soldadas. Comprobación ultrasónica" en lo que se refiere a la identidad de los resultados de ensayos", aprobadas por la orden de la Agencia Federal de Regulación Técnica y Metrología del 8 de noviembre de 2013. No. 1410-st (Standartinform, 2013). | | | | | | | | | |

Los bordes pre-revestidos con materiales de soldadura de alto cromo se ensayan junto con la junta soldada finalizada, según las normas de evaluación de la calidad especificadas en la tabla No. 4.13 de este anexo, sin diferenciar el depósito pre-revestido y el metal de la costura. En el ensayo de juntas soldadas de las tuberías con el espesor nominal de pared inferior a 50,0 mm, se permite utilizar el reflector estándar en forma de entalladura y aplicar las normas de discontinuidades aisladas admisibles, según se especifican en la tabla No. 4.13 de este anexo.

39. En el ensayo de los bordes revestidos con materiales de soldadura austeníticos en las piezas de acero de clase perlita o de alto cromo, las normas de discontinuidades aisladas admisibles en el área de fusión del metal depositado en revestimiento con el metal de base se indican en la tabla No. 4.14 de este anexo.

Tabla No. 4.14

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de metal de base con el borde revestido, mm | Área equivalente de las discontinuidades aisladas, mm2 | | Número admisible de discontinuidades aisladas registradas en cualquier sección de 100 mm de largo del borde revestido, ud. | | |
| mínimo registrado | máximo admisible | categoría de la junta soldada | | |
| I, In, IIn | II | III |
| Más de 10,0 hasta 40,0 inclusive | 3,5 | 7,0 | 3 | 4 | 5 |
| Más de 40,0 hasta 60,0 inclusive | 3,5 | 7,0 | 4 | 5 | 6 |
| Más de 60,0 | 3,5 | 7,0 | 5 | 6 | 7 |
| Nota. No se permiten las discontinuidades extensas. | | | | | |

40. En el ensayo de revestimiento anticorrosivo, las normas de discontinuidades admisibles en el área de fusión del metal depositado de revestimiento con el metal de base se indican en la tabla No. 4.15 de este anexo.

Tabla No. 4.15

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de la pieza revestida sin el revestimiento, mm | Área equivalente de las discontinuidades aisladas, mm2 | | Área equivalente total admisible de discontinuidades aisladas en cualquier área de 200 x 200 mm, mm2 |
| mínimo registrado | máximo admisible |
| Hasta 100,0 inclusive | 10,0 | 20,0 | 75,0 |
| Más de 100,0 hasta 300,0 inclusive | 15,0 | 30,0 | 100,0 |
| Más de 300,0 | 20,0 | 40,0 | 125,0 |
| Nota. No se permiten las discontinuidades extensas. | | | |

41. En conformidad con el requisito previsto por la documentación de diseño, para las piezas de acero de las marcas 10GN2МFА, 12J2МFА, 12J2МFА-А, 15J2МFА, 15J2МFА-А, 15J2МFА mod. А, 15J2МFА-А mod. А, 15J2МFА-А mod. B, 15J2NМФF, 15J2NМFА-А, 15J2NМFА clase 1, 15J3NМFА, 15J3NМFА-А, 15J2NМ1FА, 15J2NМ1FА-А con el revestimiento anticorrosivo, se realiza la comprobación ultrasónica del área por debajo del revestimiento depositado, con el mínimo ancho de 10,0 mm, para poder detectar grietas por debajo del revestimiento. El nivel de sensibilidad de rechazo se establece según la tabla No. 4.16 de este anexo.

La calidad del área por debajo del revestimiento depositado se considera satisfactoria, si no se detectan discontinuidades extensas con amplitud de señal por encima del nivel de rechazo.

Tabla No. 4.16

|  |  |
| --- | --- |
| Espesor del metal de revestimiendo depositado, mm | Nivel de sensibilidad de rechazo, mm |
| Hasta 6,0 inclusive | 2 |
| Más de 6,0 hasta 11,0 inclusive | 3 |
| Más de 11,0 | 4 |
| Nota. El nivel de sensibilidad de rechazo está especificado para el ensayo con un reflector de fondo plano. | |

42. En la comprobación ultrasónica de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de aluminio, las normas de evaluación de la calidad de las juntas soldadas se indican en la tabla No. 4.17 de este anexo.

Tabla No. 4.17

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Espesor de componentes soldados, mm | Área equivalente máxima admisible de la discontinuidad, mm2 | Longitud convencional máxima admisible de discontinuidad, mm |
| Más de 6,0 hasta 10,0 inclusive | 1,5 | 5 |
| Más de 10,0 hasta 16,0 inclusive | 1,5 | 10 |
| Más de 16,0 hasta 20,0 inclusive | 2,0 | 10 |
| Más de 20,0 hasta 24,0 inclusive | 2,0 | 20 |
| Notas.  1. El nivel de sensibilidad de rechazo es el área equivalente máxima admisible de discontinuidad.  2. El nivel de sensibilidad explorador se consigue aumentando la sensibilidad del detector de fallas en 6 dB en comparación con el nivel de rechazo.  3. La longitud convencional de discontinuidad se mide por la disminución de la amplitud de señal hasta el valor de sensibilidad según la nota 2. | | |

43. Los valores admisibles del área equivalente de discontinuidades en las juntas soldadas de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de titanio se indican en la tabla No. 4.18 de este anexo.

Tabla No. 4.18

|  |  |
| --- | --- |
| Espesor del componente de la junta soldada que lleva instalado el convertidor, mm | Área equivalente de discontinuidad, mm2 |
| Más de 6,0 hasta 20,0 inclusive | 3,0 |
| Más de 20,0 hasta 40,0 inclusive | 5,0 |
| Más de 40,0 hasta 60,0 inclusive | 7,0 |
| Más de 60,0 hasta 100,0 inclusive | 20,0 |

44. Los valores admisibles de longitud convencional de discontinuidades en las juntas soldadas de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de titanio se indican en la tabla No. 4.19 de este anexo.

Tabla No. 4.19

|  |  |
| --- | --- |
| Profundidad a la que se encuentra la discontinuidad, mm | Longitud convencional de discontinuidades, mm |
| Hasta 20,0 inclusive | 10,0 |
| Más de 20,0 hasta 60,0 inclusive | 20,0 |
| Más de 60,0 hasta 100,0 inclusive | 30,0 |
| Nota. Las discontinuidades detectadas por un convertidor inclinado que se instala a un ángulo entre 0 y 40° al eje longitudinal de la costura, no se tienen en cuenta, si las mismas no se detectan cuando el convertidor se encuentre en posición perpendicular al eje de la costura, sin importar su longitud convencional si el área equivalente es superior a la mitad de los valores especificados en la tabla No. 4.18. | |

45. La cantidad admisible de discontinuidades para los valores admisibles del área equivalente y de la longitud convencional de las juntas soldadas de piezas y unidades de ensamblaje de aleaciones de titanio se indican en la tabla No. 4.20 de este anexo.

Tabla No. 4.20

|  |  |
| --- | --- |
| Espesor del componente de la junta soldada que lleva instalado el convertidor, mm | Número admisible de discontinuidades por 100,0 mm de la costura, máximo |
| De 6,0 a 60,0 inclusive | 3,0 |
| Más de 60,0 hasta 100,0 inclusive | 4,0 |

46. La calidad de la junta soldada, del revestimiento de bordes para la soldadura y del revestimiento anticorrosivo se considera satisfactoria siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

а) las características y el número de discontinuidades cumplen con los valores admisibles para las juntas soldadas especificados en las tablas No. 4.12 - 4.16 de este anexo;

b) la distancia a lo largo de la superficie de escaneado entre dos discontinuidades adyacentes no será inferior a la longitud convencional de la discontinuidad con el mayor valor de este indicador.

c) no aparecen discontinuidades planas, tales como grietas o faltas de fusión.

Control de dureza

47. La dureza del metal depositado en las superficies de sellado de las piezas deberá cumplir con los requisitos previstos en el anexo No. 3 a estas Reglas.

Anexo No. 5   
a los códigos y estándares federales  
 en el campo del uso de la energía   
atómica "Reglas para el ensayo de metales en los equipos y tuberías de instalaciones nucleares durante la fabricación e instalación",  
  
  
  
   
aprobados por la orden del Servicio Federal de Supervisión Ambiental, Tecnológica y Nuclear   
   
del 14 de noviembre de 2018. No. 553

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DEPOSITADO (METAL DE LA COSTURA)

1. La determinación de la composición química del metal se realizará en conformidad con los requisitos de los documentos de unificación incluidos en la Lista consolidada.

2. Las muestras para la determinación de la composición química del metal de la costura se extraerán en el área de la junta soldada de control, separada del metal de base, como mínimo, por dos rodillos, o de las dos capas superiores del revestimiento adicional de cuatro capas realizado en una de las secciones finales de la superdicie de la junta soldada de control. El muestreo se realizará en conformidad con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

Para las costuras realizadas por soldadura con escoria conductora, el muestreo para la determinación de la composición química del metal se hará en conformidad con la documentación tecnológica.

3. Los resultados de control de la composición química del metal depositado (metal de la costura) se consideran satisfactorios, si los valores de la composición química de las muestran están en conformidad con las tablas de este anexo.

En las tablas de este anexo se utilizan los símbolos estándar de elementos químicos.

4. El contenido de los elementos químicos en el metal depositado (metal de la costura) para la soldadura automática y el revestimiento con alambre y fundente se indican en la tabla No. 5.1 de este anexo.

Tabla No. 5.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca del material de soldadura | | Contenido de elementos, % | | | | | | | | | | | | |
| alambre de aportación | fundente | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Ti | Nb | S | P | Cu | Co | otros |
| máximo | | | | |
| Sv-06А | АN-42М | 0,04 - 0,11 | 0,20 - 0,60 | 0,60 - 1,20 | base_1_314293_32795 0,15 | base_1_314293_32796 0,25 | - | - | - | 0,025 | 0,025 | 0,25 | - | - |
| Sv-06АА | АN-42М | 0,06 - 0,11 | 0,20 - 0,60 | 0,70 - 1,20 | 0,12 - 0,15 | 0,20 - 0,25 | - | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,25 | - | - |
| Sv-08A | AN-42, AN-42M | base_1_314293_32797 0,11 | 0,15 - 0,55 | 0,60 - 1,20 | base_1_314293_32798 0,15 | base_1_314293_32799 0,25 | - | - | - | 0,035 | 0,035 | 0,25 | - | - |
| FTs-16, FTs-16A | base_1_314293_32800 0,11 | 0,15 - 0,40 | 0,45 - 0,85 | base_1_314293_32801 0,15 | base_1_314293_32802 0,25 | - | - | - | 0,035 | 0,035 | 0,25 | - | - |
| OSTs-45, AN-348A, AN-348AM | base_1_314293_32803 0,11 | 0,15 - 0,60 | 0,60 - 1,30 | base_1_314293_32804 0,15 | - | - | - | - | 0,035 | 0,045 | - | - | - |
| SV-08AA | АN42, АN42М | base_1_314293_32805 0,11 | 0,15 - 0,55 | 0,60 - 1,20 | base_1_314293_32806 0,15 | base_1_314293_32807 0,25 | - | - | - | 0,025 | 0,025 | 0,25 | - | - |
| 0,015 <1> | 0,012 <1> | 0,08 <1> |
| FTs-16, FTs-16A | base_1_314293_32808 0,11 | 0,15 - 0,40 | 0,45 - 0,85 | base_1_314293_32809 0,15 | base_1_314293_32810 0,25 | - | - | - | 0,025 0,015 <1> | 0,025 | 0,25 | - | - |
| OSTs-45, AN-348A, AN-348AM | base_1_314293_32811 0,11 | 0,15 - 0,60 | 0,60 - 1,30 | - | - | - | - | - | 0,035 | 0,025 | - | - | - |
| 0,010 <1> | 0,08 <1> |
| 48AF-71 | base_1_314293_32812 0,11 | base_1_314293_32813 0,55 | base_1_314293_32814 1,20 | base_1_314293_32815 0,15 | base_1_314293_32816 0,25 | - | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,08 | 0,02 | - |
| Sv-08GА,  Sv-10GА | FTs-16, FTs-16A | 0,04 - 0,11 | 0,15 - 0,45 | 0,70 - 1,40 | base_1_314293_32817 0,20 | base_1_314293_32818 0,30 | - | - | - | 0,030 | 0,035 | 0,25 | - | - |
| OSTs-45,  АN-348А,  АN-348АМ,  АN-42,  АN-42М | 0,04 - 0,11 | 0,15 - 0,60 | 0,80 - 1,50 | - | - | - | - | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| Sv-10G2 | KF-27 | base_1_314293_32819 0,12 | base_1_314293_32820 0,30 | 0,70 - 1,40 | - | - | - | 0,01 - 0,05 | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-08GS | FTs-16, FTs-16A | 0,05 - 0,11 | 0,60 - 0,90 | 1,30 - 1,70 | base_1_314293_32821 0,20 | base_1_314293_32822 0,30 | - | - | - | 0,030 | 0,035 | 0,25 | - | - |
| 0,012 <2> | 0,013 <2> | - <2> |
| FTs-11 | 0,04 - 0,14 | 0,55 - 1,00 | 0,80 - 1,70 | - | - | 0,15 - 0,40 | - | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| OSTs-45,  АN-348А,  АN-42,  АN42М,  АN-348АМ | base_1_314293_32823 0,12 | 0,30 - 0,90 | 0,70 - 1,40 | base_1_314293_32824 0,20 | base_1_314293_32825 0,30 | - | - | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| 48AF-71 | base_1_314293_32826 0,12 | 0,30 - 0,90 | 1,00 - 1,80 | base_1_314293_32827 0,20 | base_1_314293_32828 0,30 | - | - | - | 0,030 | 0,035 | - | - | - |
| Sv-08GSА-А | FTs-16A | 0,05 - 0,11 | 0,60 - 0,90 | 1,30 - 1,70 | base_1_314293_32829 0,20 | base_1_314293_32830 0,30 | - | - | - | 0,012 | 0,013 | - | - | - |
| Sv-08GSMT | OSTs-45, AN-348A, AN-348AM | 0,04 - 0,11 | 0,40 - 0,80 | 1,00 - 1,50 | - | - | 0,15 - 0,40 | - | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| AN-42, AN-42M | base_1_314293_32831 0,12 | 0,20 - 0,60 | 0,60 - 1,20 | base_1_314293_32832 0,20 | base_1_314293_32833 0,30 | 0,15 - 0,40 | base_1_314293_32834 0,06 | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| Sv-12GS | FTs-11 | 0,04 - 0,14 | 0,55 - 1,0 | 0,80 - 1,70 | - | - | - | - | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| Sv-08GNА-А, Sv-08GNА-VI | FTs-16A | 0,05 - 0,09 | base_1_314293_32835 0,35 | 0,50 - 1,50 | base_1_314293_32836 0,20 | 0,90 - 1,50 | base_1_314293_32837 0,01 | base_1_314293_32838 0,01 | - | 0,010 | 0,010 | - | - | - |
| Sv-10GNА | FTs-16A | 0,05 - 0,09 | base_1_314293_32839 0,35 | 0,50 - 1,50 | base_1_314293_32840 0,20 | 0,90 - 1,50 | base_1_314293_32841 0,02 | base_1_314293_32842 0,01 | - | 0,012 | 0,013 | - | - | Al: 0,020 |
| Sv-10GNMА | FTs-16, FTs-16A | 0,05 - 0,11 | 0,15 - 0,45 | 0,70 - 1,30 | base_1_314293_32843 0,30 | 1,40 - 1,80 | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,030 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| FTs-11 | 0,04 - 0,11 | 0,15 - 0,50 | 0,50 - 1,50 | base_1_314293_32844 0,30 | 1,40 - 1,80 | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,030 | 0,040 | - | - | - |
| Sv-10GN1МА, Sv-10GN1МА-VI | FTs-16, FTs-16A | 0,05 - 0,11 | 0,20 - 0,50 | 0,90 - 1,50 | base_1_314293_32845 0,30 | 1,40 - 1,80 | 0,45 - 0,75 | base_1_314293_32846 0,03 | - | 0,030 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| КF-19, АN-42М | 0,05 - 0,11 | 0,20 - 0,50 | 0,90 - 1,50 | base_1_314293_32847 0,30 | 1,40 - 1,80 | 0,40 - 0,70 | base_1_314293_32848 0,03 | - | 0,030 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| Sv-10NMA | FTs-11, FTs-16 | 0,04 - 0,12 | 0,15 - 0,60 | 0,50 - 1,50 | - | 0,90 - 1,50 | 0,30 - 0,55 | - | - | 0,030 | 0,045 | - | - | - |
| АN-42М | base_1_314293_32849 0,09 | 0,12 - 0,35 | 0,30 - 0,70 | - | 1,20 - 1,80 | 0,30 - 0,60 | - | - | 0,030 | 0,040 | - | - | - |
| Sv-10NМА-А,  Sv-10NМА-VI | FTs-16A | base_1_314293_32850 0,09 | 0,15 - 0,45 | 0,50 - 1,50 | base_1_314293_32851 0,20 | 0,90 - 1,50 | 0,20 - 0,45 | base_1_314293_32852 0,01 | - | 0,010 | 0,010 | - | - | Al: 0,020 |
| Sv-08XM | FTs-11, АN-42 | 0,04 - 0,11 | 0,15 - 0,50 | 0,50 - 1,00 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,030 | 0,040 | - | - | - |
| Sv-08JМFА | FTs-11 | 0,04 - 0,11 | 0,15 - 0,50 | 0,50 - 1,00 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,030 | 0,035 | - | - | - |
| FTs-16 | 0,04 - 0,11 | 0,15 - 0,45 | 0,40 - 0,80 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| KF-16А | base_1_314293_32853 0,012 | base_1_314293_32854 0,30 | 0,30 - 0,60 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | 0,01 - 0,05 | - | 0,025 | 0,025 | - | - | V: 0,100 - 0,300 |
| Sv-04J2MA | КF-16 | base_1_314293_32855 0,080 | base_1_314293_32856 0,40 | 0,50 - 0,90 | 1,40 - 2,20 | base_1_314293_32857 0,25 | 0,40 - 0,70 | 0,01 - 0,05 | - | 0,025 | 0,035 | - | - | - |
| Sv-04J2МАА-VI | KF-16А | base_1_314293_32858 0,060 | 0,15 - 0,40 | 0,50 - 0,90 | 1,40 - 2,20 | base_1_314293_32859 0,25 | 0,40 - 0,70 | 0,01 - 0,05 | - | 0,012 | 0,012 | - | - | V: 0,050 |
| Sv-01J12N2-VI | FTsK-19 | base_1_314293_32860 0,035 | 0,15 - 0,55 | 0,20 - 0,75 | 11,00 - 13,50 | 1,60 - 2,50 | - | - | - | 0,025 | 0,025 | - | - | - |
| ОF-6, FTs-19 | base_1_314293_32861 0,035 | 0,15 - 0,55 | 0,20 - 0,75 | 11,00 - 13,50 | 1,60 - 2,50 | - | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-09JGNМТА | NF-18M | 0,04 - 0,10 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,20 - 2,00 | 0,90 - 1,30 | 0,40 - 0,70 | 0,01 - 0,06 | - | 0,020 | 0,025 | 0,15 | 0,03 | - |
| FTs-16 | 0,04 - 0,10 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,20 - 2,00 | 0,90 - 1,30 | 0,40 - 0,70 | 0,01 - 0,06 | - | 0,020 | 0,025 | 0,15 | 0,03 | - |
| FTs-16A | 0,04 - 0,10 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,20 - 2,00 | 0,90 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | 0,01 - 0,06 | - | 0,010 <1> | 0,008 <1> | 0,07 <1> | 0,03 | - |
| Sv-09ХGNМТАА-VI <3> | NF-18M | 0,04 - 0,10 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,10 - 1,80 | 0,90 - 1,30 | 0,40 - 0,70 | 0,01 - 0,06 | - | 0,015 | 0,012 | 0,10 | 0,02 | - |
| 0,010 <1> | 0,008 <1> | 0,07 <1> |
| FTs-16A | 0,04 - 0,10 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,20 - 2,00 | 0,90 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | 0,01 - 0,06 | - | 0,012 <1> | 0,008 (+0,002) <1> | 0,06 <1> | 0,02 | - |
| Sv-10JМFТU <3> | АN-42М | 0,04 - 0,12 | 0,20 - 0,60 | 0,60 - 1,30 | 1,20 - 1,80 | base_1_314293_32862 0,30 | 0,35 - 0,70 | base_1_314293_32863 0,05 | - | 0,015 | 0,012 | 0,10 | 0,02 | V: 0,150 - 0,350 |
| Sv-10JМFТU-А <3> | АN-42М | 0,04 - 0,12 | 0,20 - 0,60 | 0,60 - 1,30 | 1,20 - 1,80 | base_1_314293_32864 0,30 | 0,35 - 0,70 | base_1_314293_32865 0,05 | - | 0,015 | 0,012 | 0,010 | 0,02 | V: 0,150 - 0,350 |
| 0,010 <1> | 0,008 <1> | 0,007 <1> |
| Sv-15JGМТА <3> | 48AF-71 | base_1_314293_32866 0,15 | base_1_314293_32867 0,50 | 0,50 - 1,30 | 1,10 - 2,00 | 0,60 - 0,80 | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,10 | 0,02 | - |
| Sv-12J2N2МА | FTs-16, FTs-16A | 0,04 - 0,12 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | - | - | 0,020 | 0,025 | 0,15 | 0,03 | - |
| Sv-12J2N2МАА <4>,  Sv-12J2N2МАА-VD <4>,  Sv-12J2N2МАА-VI <4> | FTs-16A | 0,04 - 0,12 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,08 | 0,02 | - |
| 0,012 <1> | 0,008 (+0,002) <1> | 0,06 <1> | 0,02 | - |
| Sv-06J14 | FTs-16 | base_1_314293_32868 0,09 | 0,30 - 0,80 | 0,40 - 0,80 | 12,5 - 15,0 | base_1_314293_32869 0,6 | - | - | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| АN-22 | base_1_314293_32870 0,09 | 0,30 - 0,80 | 0,40 - 1,00 | 12,5 - 15,0 | base_1_314293_32871 0,6 | - | - | - | 0,030 | 0,040 | - | - | - |
| Sv-10J9NMFA, Sv-10J9NMFA-VI | FTsK-16 | 0,05 - 0,14 | 0,15 - 0,60 | 0,30 - 1,00 | 8,00 - 10,50 | base_1_314293_32872 1,00 | 0,70 - 1,20 | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,25 | - | V: 0,10 - 0,25 |
| Sv-10J12NMFT | FTs-19 | 0,09 - 0,12 | 0,15 - 0,30 | 0,80 - 1,20 | 11,5 - 12,5 | 0,80 - 1,00 | 0,60 - 0,80 | - | 0,01 | 0,010 | - | - | - | V: 0,100 - 0,200 |
| Al: 0,010 |
| N: 0,028 - 0,070 |
| Sv-04J19N11M3 | OF-6, ОF-40, FTs-17, FTsК-17, SFМ-301 АN-26P, АN-26S | base_1_314293_32873 0,08 | 0,30 - 1,20 | 0,80 - 2,00 | 16,00 - 20,00 | 9,00 - 12,0 | 1,50 - 3,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | 0,25 <5> | 0,05 <5> | - |
| Sv-04J20N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-17 | base_1_314293_32874 0,05 | base_1_314293_32875 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,5 - 20,5 | 8,00 - 11,00 | - | - | 0,70 - 1,20 | 0,020 | 0,030 | 0,25 <5> | 0,05 <5> | - |
| Sv-08J19N10G2B | ОF-6, ОF40, FTs-17 | base_1_314293_32876 0,10 | base_1_314293_32877 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,50 - 20,50 | 8,00 - 11,00 | - | - | 0,70 - 1,20 | 0,020 | 0,030 | 0,25 <5> | 0,05 <5> | - |
| Sv-07J25N13 | OF-6, OF-40 | base_1_314293_32878 0,09 | 0,30 - 1,20 | 0,80 - 2,00 | 22,00 - 26,00 | 11,00 - 14,00 | - | - | - | 0,020 | 0,030 | 0,25 <5> | 0,05 <5> | - |
| FTs-17 | base_1_314293_32879 0,09 | 0,30 - 1,40 | 0,80 - 2,00 | 21,00 - 26,50 | 11,0 - 14,0 | - | - | - | 0,020 | 0,030 | 0,25 <5> | 0,05 <5> | - |
| Sv-08J19N10M3B | OF-6 | base_1_314293_32880 0,10 | base_1_314293_32881 0,80 | 0,80 - 2,00 | 17,00 - 20,00 | 8,5 - 11,0 | 1,70 - 3,00 | - | 0,60 - 1,12 | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-10J16N25AM6 | OF-6, OF-40 | 0,05 - 0,12 | base_1_314293_32882 1,00 | 0,80 - 2,00 | 14,00 - 17,00 | 23,0 - 27,0 | 5,00 - 7,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - | N: 0,100 - 0,200 |
| 0,05 - 0,12 | base_1_314293_32883 1,00 | 0,80 - 2,00 | 14,00 - 17,00 | 23,0 - 27,0 | 5,00 - 7,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - |
| Sv-03J15N35G7M6B | OF-6 | base_1_314293_32884 0,03 | base_1_314293_32885 0,90 | 5,00 - 7,50 | 13,00 - 16,00 | 33,0 - 36,0 | 5,00 - 7,50 | - | 1,20 - 1,80 | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-03J20N65G5M4B3V | OF-6, OF-40 | base_1_314293_32886 0,03 | base_1_314293_32887 0,20 | 3,50 - 5,00 | 17,00 - 22,00 | base | 3,50 - 5,00 | - | 2,00 - 3,00 | 0,020 | 0,030 | - | - | W: 0,750 - 1,200 |
| Fe: 0,300 |
| Notas.  <1> Para juntas soldadas ubicadas enfrente del núcleo.  <2> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <3> En el metal de las costuras realizadas con el alambre de aportación de marcas Sv-10JМFТU, Sv-10JМFТU-А, Sv-15JGМТА, Sv-09JGNМТАА-VI, Sv-08АА (para el núcleo), se limita además la fracción de masa de Sn base_1_314293_32888 0,001, Sb base_1_314293_32889 0,008, As base_1_314293_32890 0,010.  <4> En el metal de las costuras realizadas con el alambre de aportación Sv-12J2N2МАА, Sv-12J2N2МАА-VD, Sv-12J2N2МАА-VI, se limita además la fracción de masa de Sb 0,008%, Sn 0,005%, As 0,010%.  <5> Los valores específicos se establecen en conformidad con los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | | | | | | | | | |

5. El contenido de los elementos químicos en el metal depositado para el revestimiento automático con cinta y fundente se indican en la tabla No. 5.2 de este anexo.

Tabla No. 5.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca del material de soldadura | | Contenido de elementos, % | | | | | | | | | | |
| cinta de soldadura | fundente | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Nb | S | P | Cu | Co |
| máximo | | | |
| Sv-04J19N11M3 | OF-10, OF-40 | base_1_314293_32891 0,08 | 0,30 - 1,20 | 0,80 - 2,00 | 16,00 - 20,00 | 9,00 - 12,00 | 1,50 - 3,00 | - | 0,020 | 0,030 | - | - |
| FTs-18 | base_1_314293_32892 0,08 | 0,30 - 1,20 | 0,80 - 2,00 | 16,00 - 20,00 | 9,00 - 12,00 | 1,50 - 3,00 | - | 0,020 | 0,030 | 0,25 | 0,05 |
| Sv-08J19N10G2B | OF-10, OF-40 | base_1_314293_32893 0,10 | base_1_314293_32894 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,50 - 20,50 | 8,00 - 11,00 | - | 0,70 - 1,20 | 0,020 | 0,030 | - | - |
| FTs-18 | base_1_314293_32895 0,10 | base_1_314293_32896 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,50 - 20,50 | 8,00 - 11,00 | - | 0,70 - 1,20 | 0,020 | 0,030 | 0,25 | 0,05 |
| Sv-08J19N10G2BA | OF-10, OF-40 | base_1_314293_32897 0,10 | base_1_314293_32898 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,50 - 20,50 | 8,00 - 11,00 | - | 0,70 - 1,20 | 0,015 | 0,020 | 0,12 | 0,05 |
| Sv-04J20N10G2B | FTs-18 | base_1_314293_32899 0,05 | base_1_314293_32900 1,30 | 0,90 - 1,80 | 17,50 - 20,00 | 8,00 - 10,50 | base_1_314293_32901 0,25 | 0,60 - 1,20 | 0,018 | 0,030 | 0,25 | 0,05 |
| OF-10, OF-40 | base_1_314293_32902 0,05 | base_1_314293_32903 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,50 - 20,50 | 8,00 - 11,00 | - | 0,70 - 1,20 | 0,020 | 0,030 | - | - |
| Sv-04J20N10G2BА | OF-10, OF-40 | base_1_314293_32904 0,05 | base_1_314293_32905 1,00 | 1,30 - 2,20 | 17,00 - 19,50 | 8,00 - 11,00 | - | 0,70 - 1,20 | 0,015 | 0,020 | 0,12 | 0,05 |
| Sv-02J18N10B | OF-40 | base_1_314293_32906 0,04 | base_1_314293_32907 0,80 | 1,30 - 2,20 | 17,00 - 19,50 | 9,00 - 11,00 | - | 0,50 - 0,90 | 0,015 | 0,020 | 0,10 | 0,05 |
| Sv-02J21N11G2B <1> | FTsK-18 | base_1_314293_32908 0,04 | base_1_314293_32909 1,00 | 1,00 - 2,20 | 17,50 - 21,00 | 8,50 - 11,50 | base_1_314293_32910 0,25 | 0,50 - 0,80 | 0,015 | 0,022 | 0,25 | 0,03 |
| Sv-03J22N11G2B | FTs-18 | base_1_314293_32911 0,04 | base_1_314293_32912 1,30 | 0,90 - 1,80 | 19,50 - 23,00 | 9,50 - 11,50 | base_1_314293_32913 0,25 | 0,70 - 1,20 | 0,015 | 0,022 | 0,25 | 0,05 |
| Sv-03J24N13G2B | FTs-18 | base_1_314293_32914 0,04 | base_1_314293_32915 1,30 | 0,90 - 1,80 | 21,50 - 25,00 | 11,00 - 14,00 | base_1_314293_32916 0,25 | 0,70 - 1,20 | 0,015 | 0,022 | 0,25 | 0,05 |
| Sv-07J25N13 | OF-10, OF-40 | base_1_314293_32917 0,09 | 0,30 - 1,20 | 0,80 - 2,00 | 22,00 - 26,50 | 11,00 - 14,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - |
| FTs-18 | base_1_314293_32918 0,09 | 0,50 - 1,40 | 0,80 - 1,70 | 22,00 - 26,00 | 11,00 - 14,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | 0,25 | 0,05 |
| Sv-07J25N13А | OF-10, OF-40 | base_1_314293_32919 0,09 | 0,30 - 1,20 | 0,80 - 2,00 | 22,00 - 26,00 | 12,00 - 14,00 | - | - | 0,015 | 0,020 | 0,12 | 0,05 |
| Sv-02J23N15 | OF-40 | base_1_314293_32920 0,04 | base_1_314293_32921 0,80 | 0,80 - 2,00 | 22,00 - 24,00 | 13,00 - 16,00 | - | - | 0,015 | 0,020 | 0,10 | 0,05 |
| Sv-10J16N25AM6 | OF-10, OF-40 | 0,05 - 0,12 | base_1_314293_32922 1,00 | 0,80 - 2,00 | 14,00 - 17,00 | 23,00 - 27,00 | 5,00 - 7,00 | - | 0,020 | 0,030 | - | - |
| Notas.  El contenido de Cu y Co en el metal depositado se controla si hay requisitos en la documentación de diseño.  <1> En el metal del revestimiento anticorrosivo homogéneo de una capa, depositado por revestimiento automático con escoria conductora, con cinta de Sv-02J21N11G2B, la relación del contenido de Nb a C (Nb/C) en el metal depositado del revestimiento anticorrosivo homogéneo no debe ser inferior a 12. El contenido de la fase ferrítica en el metal depositado del revestimiento anticorrosivo homogéneo debe ser entre el 2% y el 8%. | | | | | | | | | | | | |

6. El contenido de los elementos químicos en el metal de la costura para la soldadura con escoria conductora se indican en la tabla No. 5.3 de este anexo.

Tabla No. 5.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca del material de soldadura | | Contenido de elementos, % | | | | | | | | | | |
| alambre de aportación | fundente | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | V | Ti | S | P | Cu |
| máximo | | |
| Sv-10GN2MFA | OF-6, FTs-21 | 0,07 - 0,12 | 0,15 - 0,45 | 0,50 - 1,10 | base_1_314293_32923 0,30 | 1,90 - 2,80 | 0,40 - 0,70 | 0,02 - 0,08 | - | 0,020 | 0,025 | 0,30 |
| Sv-08GSMT | AN-8 | base_1_314293_32924 0,14 | 0,15 - 0,45 | 0,40 - 1,20 | base_1_314293_32925 0,30 | base_1_314293_32926 0,35 | 0,15 - 0,40 | - | base_1_314293_32927 0,06 | 0,025 | 0,035 | - |
| Sv-16J2NMFTA | OF-6, FTs-21 | 0,12 - 0,18 | 0,15 - 0,45 | 0,40 - 1,00 | 1,60 - 2,30 | 1,00 - 1,50 | 0,40 - 0,70 | 0,03 - 0,12 | 0,02 - 0,10 | 0,020 | 0,020 | 0,25 |
| Sv-04J19N11M3 | OF-6 | base_1_314293_32928 0,06 | base_1_314293_32929 0,60 | 0,80 - 2,00 | 18,0 - 20,0 | 10,0 - 12,0 | 0,60 - 3,00 | - | - | 0,018 | 0,025 | - |

7. El contenido de los elementos químicos en el metal depositado (metal de la costura) para la soldadura al arco en argón se indican en la tabla No. 5.4 de este anexo.

Tabla No. 5.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca del material de soldadura | Contenido de elementos, % | | | | | | | | | | | | |
| alambre de aportación | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Ti | Nb | S | P | Cu | Co | otros |
| máximo | | | | |
| Sv-06А | 0,040 - 0,100 | 0,15 - 0,50 | 0,40 - 0,70 | - | - | - | - | - | 0,020 | 0,025 | - | - | - |
| Sv-08GSMT | 0,040 - 0,120 | 0,25 - 0,70 | 0,80 - 1,30 | base_1_314293_32930 0,30 | base_1_314293_32931 0,30 | 0,15 - 0,40 | base_1_314293_32932 0,12 | - | 0,025 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| Sv-08GS | base_1_314293_32933 0,100 | 0,40 - 0,80 | 1,10 - 1,70 | - | - | - | - | - | 0,025 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| Sv-08G2S | 0,040 - 0,110 | 0,60 - 0,95 | 1,70 - 2,10 | - | - | - | - | - | 0,025 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| 0,40 - 0,95 <1> | 1,20 - 2,10 <1> | base_1_314293_32934 0,20 <1> | base_1_314293_32935 0,25 <1> | 0,012 <1> | 0,013 <1> |
| Sv-08G2S  (Ar + hasta 25% CO2) | 0,040 - 0,110 | 0,40 - 0,85 | 1,00 - 1,80 | base_1_314293_32936 0,20 | base_1_314293_32937 0,25 | - | - | - | 0,025 | 0,030 | 0,25 | - | - |
| Sv-08G2SА-А | 0,040 - 0,110 | 0,40 - 0,95 | 1,20 - 2,10 | base_1_314293_32938 0,20 | base_1_314293_32939 0,25 | - | - | - | 0,006 | 0,006 | 0,25 | - | - |
| Sv-10NМА-А,  Sv-10NМА-VI | 0,040 - 0,080 | 0,15 - 0,25 | 0,30 - 0,70 | - | 1,30 - 1,50 | 0,40 - 0,45 | - | - | 0,010 | 0,010 | - | - | - |
| Sv-08GNA-A,  Sv-08GNA-VI | 0,040 - 0,090 | 0,15 - 0,25 | 0,70 - 1,30 | - | 0,90 - 1,10 | - | base_1_314293_32940 0,04 | - | 0,010 | 0,010 | - | - | - |
| Sv-10GNА | 0,040 - 0,090 | 0,15 - 0,25 | 1,10 - 1,30 | - | 0,90 - 1,10 | - | - | - | 0,012 | 0,013 | - | - | - |
| Sv-10GNMА | 0,050 - 0,120 | base_1_314293_32941 0,30 | 0,50 - 1,10 | base_1_314293_32942 0,30 | 1,40 - 1,80 | 0,45 - 0,70 | - | - | 0,015 | 0,020 | 0,25 | - | - |
| Sv-10GN1МА,  Sv-10GN1МА-VI | 0,050 - 0,120 | 0,10 - 0,40 | 0,90 - 1,50 | base_1_314293_32943 0,30 | 1,40 - 1,80 | 0,50 - 075 | - | - | 0,020 | 0,020 | 0,25 | - | - |
| Sv-10G1SN1МА | 0,080 - 0,120 | 0,45 - 0,70 | 1,35 - 1,65 | base_1_314293_32944 0,30 | 1,50 - 1,80 | 0,50 - 0,70 | - | - | 0,020 | 0,020 | - | - | Al: 0,050 |
| V: 0,010 |
| Sv-09JGNМТА | 0,050 - 0,120 | 0,10 - 0,40 | 0,50 - 1,00 | 1,40 - 2,00 | 1,00 - 1,50 | 0,45 - 0,70 | 0,01 - 0,06 | - | 0,012 | 0,012 | 0,10 | 0,03 | - |
| Sv-09JGNMTAA-VI | 0,050 - 0,120 | 0,10 - 0,40 | 0,50 - 1,00 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,45 - 0,70 | 0,01 - 0,06 | - | 0,006 | 0,006 | 0,06 | 0,02 | - |
| Sv-12J2N2МА | 0,060 - 0,140 | base_1_314293_32945 0,30 | 0,60 - 1,20 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,10 | - | - |
| Sv-12J2N2МАА,  Sv-12J2N2МАА-VI,  Sv-12J2N2МАА-VD | 0,060 - 0,130 | base_1_314293_32946 0,30 | 0,60 - 1,20 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,012 | 0,010 | 0,08 | - | - |
| Sv-04J19N11M3 | base_1_314293_32947 0,060 | base_1_314293_32948 0,60 | 0,90 - 2,00 | 17,80 - 20,00 | 9,80 - 12,00 | 1,80 - 3,00 | - | - | 0,018 | 0,025 | 0,25 <2> | 0,05 <2> | - |
| Sv-03J16N9M2 | base_1_314293_32949 0,030 | 0,15 - 0,35 | 1,00 - 2,00 | 16,00 - 17,50 | 8,00 - 10,00 | 1,50 - 2,50 | - | - | 0,015 | 0,015 | - | - | - |
| Sv-08J19N10G2B | base_1_314293_32950 0,100 | base_1_314293_32951 0,60 | 1,50 - 2,20 | 18,00 - 20,50 | 9,00 - 10,50 | - | - | 0,70 - 1,30 | 0,020 | 0,030 | 0,25 <2> | 0,05 <2> | - |
| Sv-04J20N10G2B | base_1_314293_32952 0,050 | base_1_314293_32953 0,60 | 1,50 - 2,20 | 18,00 - 20,50 | 9,00 - 10,50 | - | - | 0,70 - 1,30 | 0,020 | 0,030 | 0,25 <2> | 0,05 <2> | - |
| Sv-02J18N10B | base_1_314293_32954 0,030 | base_1_314293_32955 0,40 | 1,20 - 1,80 | 18,00 - 20,00 | 9,80 - 11,00 | - | - | 0,60 - 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,10 | 0,04 | - |
| Sv-07J25N13 | base_1_314293_32956 0,090 | 0,14 - 1,00 | 0,90 - 2,00 | 22,80 - 26,00 | 11,80 - 14,00 | - | - | - | 0,018 | 0,025 | 0,25 <2> | 0,05 <2> | - |
| Sv-02J23N15 | base_1_314293_32957 0,030 | base_1_314293_32958 0,40 | 1,20 - 1,80 | 23,00 - 25,00 | 13,80 - 15,00 | - | - | - | 0,010 | 0,015 | 0,10 | 0,04 | - |
| Sv-10J16N25AM6 | 0,060 - 0,120 | base_1_314293_32959 0,60 | 0,90 - 2,00 | 14,80 - 17,00 | 24,80 - 27,00 | 5,20 - 7,00 | - | - | 0,018 | 0,025 | 0,25 <2> | 0,05 <2> | - |
| Sv-03J15N35G7M6B | base_1_314293_32960 0,030 | base_1_314293_32961 0,30 | 6,00 - 7,50 | 14,00 - 16,00 | 34,00 - 35,00 | 6,00 - 7,50 | - | 1,20 - 1,80 | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-08N60G8М7Т | base_1_314293_32962 0,100 | base_1_314293_32963 0,40 | 6,50 - 10,0 | - | 57,00 - 60,00 | 5,50 - 7,50 | 0,20 - 0,60 | - | 0,020 | 0,025 | - | - | - |
| PP-SVP1 | base_1_314293_32964 0,080 | 0,30 - 0,60 | 1,00 - 1,60 | base_1_314293_32965 0,20 | 0,70 - 1,10 | base_1_314293_32966 0,20 | base_1_314293_32967 0,05 | base_1_314293_32968 0,05 | 0,010 | 0,010 | 0,20 | - | - |
| Sv-06J15N60M15 | base_1_314293_32969 0,080 | base_1_314293_32970 0,50 | 0,80 - 2,00 | 13,50 - 16,00 | 57,00 - 61,00 | 13,0 - 16,00 | - | - | 0,015 | 0,015 | - | - | - |
| Sv-03J19N60М15 (EK185) | base_1_314293_32971 0,030 | base_1_314293_32972 0,50 | 1,00 - 2,00 | 18,00 - 20,00 | base | 14,00 - 16,00 | - | - | 0,015 | 0,015 | - | - | Fe: 0,600 |
| Sv-02J24N13 | base_1_314293_32973 0,040 | 0,25 - 0,70 | 0,75-2,00 | 22,00 - 25,00 | 11,00 - 14,00 | base_1_314293_32974 0,25 | - | - | 0,015 | 0,018 | 0,25 | 0,05 | - |
| Sv-04J2МАА-VI | base_1_314293_32975 0,060 | 0,12 - 0,35 | 0,40 - 0,70 | 1,80 - 2,20 | base_1_314293_32976 0,25 | 0,50 - 0,70 | base_1_314293_32977 0,05 | base_1_314293_32978 0,02 | 0,010 | 0,010 | 0,06 | - | V: 0,050 |
| Sv-10J9NMFA, Sv-10J9NMFA-VI | 0,050 - 0,140 | 0,15 - 0,60 | 0,30 - 1,00 | 8,00 - 10,50 | base_1_314293_32979 1,00 | 0,70 - 1,20 | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,25 | - | V: 0,100 - 0,250 |
| Sv-10J12NMFT | 0,090 - 0,120 | 0,15 - 0,30 | 0,80 - 1,20 | 11,50 - 12,50 | 0,80 - 1,00 | 0,60 - 0,80 | 0,10 - 0,15 | - | 0,010 | 0,010 | - | - | V: 0,100 - 0,200 |
| N: 0,028 - 0,070 |
| Al: 0,010 |
| Sv-02J22N9AM3 | base_1_314293_32980 0,020 | base_1_314293_32981 0,50 | 0,80 - 1,60 | 21,00 - 23,00 | 9,00 - 10,00 | 2,80 - 3,50 | - | - | 0,020 | 0,020 | - | - | N: 0,080 - 0,150 |
| Sv-02J25N10AM4 | base_1_314293_32982 0,020 | 0,50 - 1,00 | 1,00 - 2,00 | 24,00 - 26,00 | 9,00 - 10,00 | 3,50 - 4,00 | - | - | 0,015 | 0,015 | - | - | N: 0,150 - 0,200 |
| Sv-03J20N65G5M4B3V | base_1_314293_32983 0,030 | base_1_314293_32984 0,20 | 3,50 - 5,00 | 18,00 - 22,00 | base | 4,00 - 5,00 | - | 2,00 - 3,00 | 0,015 | 0,030 | - | - | W: 0,800 - 1,200 |
| Fe: 0,300 |
| Sv-08XM | 0,040 - 0,100 | base_1_314293_32985 0,30 | 0,30 - 0,60 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,025 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-08JGSMA | 0,040 - 0,100 | 0,35 - 0,70 | 1,00 - 1,50 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,025 | 0,025 | - | - | V: 0,100 - 0,300 |
| Sv-08JGSМFА | 0,040 - 0,100 | 0,35 - 0,70 | 1,10 - 1,50 | 0,90 - 1,30 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,025 | 0,025 | - | - | V: 0,150 - 0,350 |
| Sv-04J2MA | base_1_314293_32986 0,060 | base_1_314293_32987 0,35 | 0,30 - 0,70 | 1,70 - 2,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,020 | 0,025 | - | - | - |
| Sv-06J14 | base_1_314293_32988 0,080 | 0,20 - 0,70 | 0,20 - 0,70 | 12,50 - 15,00 | base_1_314293_32989 0,60 | - | - | - | 0,025 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-08JМFА | 0,040 - 0,100 | base_1_314293_32990 0,30 | 0,30 - 0,60 | 0,80 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | - | 0,025 | 0,025 | - | - | V: 0,100 - 0,300 |
| Sv-01J12N2MT-VI | base_1_314293_32991 0,025 | 0,15 - 0,50 | 0,20 - 0,70 | 11,00 - 13,50 | 1,60 - 2,50 | - | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-01J12N2-VI | base_1_314293_32992 0,025 | 0,15 - 0,50 | 0,20 - 0,70 | 11,00 - 13,50 | 1,60 - 2,50 | - | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| Sv-04J17N10M2 | base_1_314293_32993 0,090 | base_1_314293_32994 0,70 | 1,00 - 2,00 | 16,00 - 18,00 | 9,00 - 11,50 | 1,00 - 2,00 | base_1_314293_32995 0,03 | - | 0,020 | 0,025 | 0,20 | - | Al: 0,100 |
| Sv-02J17N10M2-VI | base_1_314293_32996 0,060 | base_1_314293_32997 0,70 | 1,00 - 2,00 | 16,00 - 18,00 | 9,00 - 11,00 | 1,00 - 2,00 | - | - | 0,020 | 0,020 | - | - | - |
| Notas.  <1> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <2> Según los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | | | | | | | | |

8. El contenido de los elementos químicos en el metal depositado (metal de la costura) para la soldadura de arco manual con electrodos cubiertos se indican en la tabla No. 5.5 de este anexo.

Tabla No. 5.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca del material de soldadura | Contenido de elementos, % | | | | | | | | | | | |
| electrodos | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Nb | S | P | Cu | Co | otros |
| máximo | | | | |
| UONII-13/45 | base_1_314293_32998 0,120 | 0,18 - 0,35 | 0,35 - 0,75 | - | - | - | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| UONII-13/45А | base_1_314293_32999 0,110 | 0,18 - 0,35 | 0,35 - 0,65 | - | - | - | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| UONII-13/45АА | base_1_314293_33000 0,110 | 0,18 - 0,50 | 0,35 - 0,80 | - | - | - | - | 0,012 | 0,010 | 0,08 | 0,02 | Sn: 0,001 |
| Sb: 0,008 |
| As: 0,010 |
| 0,060 - 0,100 <1> | 0,17 - 0,35 <1> | 0,35 - 0,65 <1> | - | - | - | - | 0,015 <1> | 0,015 <1> | - | - | - |
| UONII-13/55 | base_1_314293_33001 0,110 | 0,18 - 0,50 | 0,65 - 1,20 | - | - | - | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| UONII-13/55АА | base_1_314293_33002 0,110 | 0,18 - 0,50 | 0,65 - 1,20 | - | - | - | - | 0,012 | 0,010 | 0,08 | 0,02 | Sn: 0,001 |
| Sb: 0,008 |
| As: 0,010 |
| 0,060 - 0,110 <1> | 0,17 - 0,50 <1> | 0,55 - 1,20 <1> | - | - | - | - | 0,015 <1> | 0,015 <1> | - | - | - |
| 48N-37/1 | base_1_314293_33003 0,080 | 0,15 - 0,35 | 0,80 - 1,50 | - | 1,50 - 3,00 | - | - | 0,012 | 0,013 | - | - | Ti: 0,050 |
| Al: 0,100 |
| TsU-7 | 0,050 - 0,120 | 0,17 - 0,40 | 0,90 - 1,40 | - | - | - | - | 0,030 | 0,035 | - | - | - |
| TsU-7А | 0,050 - 0,120 | 0,17 - 0,40 | 0,90 - 1,40 | - | - | - | - | 0,015 | 0,012 | 0,08 | - | - |
| PT-30 | 0,060 - 0,120 | 0,17 - 0,37 | 0,70 - 1,30 | - | 1,30 - 1,80 | 0,45 - 0,75 | - | 0,020 | 0,025 | - | - | - |
| ZIO-8 | base_1_314293_33004 0,120 | base_1_314293_33005 1,00 | 1,00 - 2,70 | 23,00 - 27,00 | 11,50 - 14,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | - | - | - |
| TsT-10 | 0,080 - 0,140 | 0,30 - 0,70 | 1,50 - 2,30 | 13,50 - 17,00 | 23,00 - 27,00 | 5,00 - 7,00 | - | 0,020 | 0,030 | - | - | N: 0,200 |
| TsT-15К | base_1_314293_33006 0,060 | 0,20 - 0,80 | 1,50 - 2,20 | 17,50 - 20,50 | 8,50 - 10,50 | - | 0,80 - 1,10 | 0,020 | 0,030 | - | 0,05 | - |
| TsT-26 | base_1_314293_33007 0,080 | 0,30 - 0,75 | 1,20 - 2,30 | 16,50 - 18,50 | 7,50 - 10,00 | 1,50 - 2,30 | - | 0,020 | 0,025 | - | - | - |
| TsT-26М | base_1_314293_33008 0,050 | 0,30 - 0,75 | 1,20 - 2,30 | 16,50 - 18,50 | 7,50 - 10,00 | 1,50 - 2,30 | - | 0,020 | 0,025 | - | - | - |
| TsT-36 | base_1_314293_33009 0,100 | base_1_314293_33010 0,30 | 6,50 - 8,00 | - | 58,00 - 62,00 | 5,80 - 7,50 | - | 0,020 | 0,025 | - | - | Ti: 0,020 - 0,090 |
| TsT-48 | base_1_314293_33011 0,100 | base_1_314293_33012 0,50 | 1,00 - 3,00 | 13,00 - 20,00 | base | 13,50 - 16,00 | - | 0,018 | 0,020 | - | - | Fe: 0,500 |
| TsT-45 | base_1_314293_33013 0,040 | base_1_314293_33014 0,65 | 5,00 - 7,00 | 18,50 - 22,00 | 43,00 - 48,00 | 5,50 - 7,00 | 1,60 - 2,20 | 0,020 | base_1_314293_33015 0,020 | - | - | - |
| RT-45А | 0,040 - 0,130 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | - | 0,020 | 0,025 | 0,15 | 0,03 | - |
| RT-45АА | 0,040 - 0,130 | 0,15 - 0,45 | 0,45 - 1,10 | 1,40 - 2,10 | 1,00 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | - | 0,015 | 0,012 | 0,08 | 0,02 | - |
| 0,012 | 0,008 (+0,002) | 0,06 | 0,02 |
| RT-45B | base_1_314293_33016 0,110 | 0,15 - 0,42 | 0,50 - 1,10 | 1,30 - 2,00 | 0,90 - 1,30 | 0,40 - 0,75 | - | 0,012 | 0,010 | 0,08 | 0,02 | Sn; 0,001 |
| Sb; 0,008 |
| As: 0,010 |
| TsL-25/1, TsL-25/2 | base_1_314293_33017 0,120 | base_1_314293_33018 1,00 | 1,00 - 2,50 | 23,00 - 27,00 | 11,50 - 14,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | - | 0,05 | - |
| TsL-51 | base_1_314293_33019 0,0350 | base_1_314293_33020 0,35 | 0,15 - 0,60 | 12,00 - 15,00 | 1,80 - 2,50 | - | - | 0,025 | 0,030 | - | - | - |
| TsL-57 | 0,050 - 0,140 | 0,15 - 0,60 | 0,30 - 1,00 | 8,00 - 10,50 | base_1_314293_33021 1,00 | 0,70 - 1,20 | - | 0,015 | 0,012 | 0,25 | - | V: 0,10 - 0,25 |
| TsL-59 | 0,060 - 0,120 | 0,20 - 0,45 | 0,70 - 1,50 | - | 1,50 - 2,50 | 0,45 - 0,75 | - | 0,025 | 0,025 | - | - | - |
| TsL-25L | base_1_314293_33022 0,030 | 0,65 - 1,20 | 0,80 - 1,40 | 22,00 - 26,00 | 11,50 - 14,00 | - | - | 0,020 | 0,030 | - | 0,05 | - |
| TsL-25LB | base_1_314293_33023 0,025 | 0,60 - 1,00 | 0,80 - 1,40 | 22,00 - 26,00 | 11,50 - 14,00 | - | 0,45 - 0,65 | 0,020 | 0,030 | - | 0,05 | - |
| TsT-48U | base_1_314293_33024 0,040 | base_1_314293_33025 0,50 | 1,00 - 3,00 | 17,00 - 20,00 | base | 13,50 - 16,00 | - | 0,018 | 0,020 | - | - | Fe: 1,000 |
| N-3 | base_1_314293_33026 0,120 | 0,18 - 0,50 | 0,50 - 1,00 | 0,70 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | 0,025 | 0,030 | 0,10 | - | - |
| N-3AA | base_1_314293_33027 0,120 | 0,18 - 0,50 | 0,50 - 1,00 | 0,70 - 1,20 | base_1_314293_33028 0,30 | 0,40 - 0,70 | - | 0,012 | 0,010 | 0,08 | 0,02 | Sn: 0,001 |
| Sb: 0,008 |
| As: 0,010 |
| N-6 | base_1_314293_33029 0,120 | base_1_314293_33030 0,60 | 0,50 - 1,00 | 0,70 - 1,20 | - | 0,40 - 0,70 | - | 0,030 | 0,030 | - | - | V: 0,120 - 0,250 |
| N-6A | base_1_314293_33031 0,120 | 0,18 - 0,50 | 0,50 - 1,00 | 0,70 - 1,20 | base_1_314293_33032 0,30 | 0,40 - 0,70 | - | 0,012 | 0,010 | 0,08 | 0,02 | V: 0,120 - 0,250 |
| Sn: 0,001 |
| Sb: 0,008 |
| As: 0,010 |
| N-10 | base_1_314293_33033 0,060 | base_1_314293_33034 0,60 | 0,50 - 1,00 | 1,80 - 2,20 | - | 0,50 - 0,70 | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| N-10АА | base_1_314293_33035 0,060 | 0,12 - 0,40 | 0,50 - 1,00 | 1,50 - 2,20 | base_1_314293_33036 0,25 | 0,40 - 0,70 | - | 0,012 | 0,012 | - | - | - |
| N-20 | base_1_314293_33037 0,120 | 0,12 - 0,70 | 0,40 - 1,10 | - | - | - | - | 0,030 | 0,030 | - | - | - |
| N-23 | base_1_314293_33038 0,110 | 0,15 - 0,42 | 0,60 - 1,10 | 1,30 - 2,00 | 0,90 - 1,50 | 0,40 - 0,75 | - | 0,015 | 0,012 | 0,10 | - | - |
| N-25 | base_1_314293_33039 0,120 | 0,12 - 0,60 | 0,50 - 1,00 | base_1_314293_33040 0,20 | 1,00 - 1,50 | 0,40 - 0,55 | - | 0,025 | 0,030 | - | - | - |
| A-1, A-1T | base_1_314293_33041 0,090 | base_1_314293_33042 0,70 | 1,20 - 2,50 | 16,50 - 19,00 | 9,00 - 11,00 | 1,10 - 1,80 | - | 0,025 | 0,020 | - | - | - |
| А-2, А-2Т | base_1_314293_33043 0,060 | base_1_314293_33044 0,70 | 1,20 - 2,50 | 16,00 - 18,50 | 9,00 - 11,00 | 1,20 - 1,80 | - | 0,022 | 0,020 | - | - | - |
| KTI-7 | 0,240 - 0,340 | base_1_314293_33045 0,50 | 1,50 - 2,50 | 14,00 - 16,00 | 32,00 - 37,00 | - | - | 0,018 | 0,030 | - | - | - |
| EA-23/15 | base_1_314293_33046 0,040 | base_1_314293_33047 0,50 | 1,00 - 2,00 | 22,50 - 24,50 | 13,00 - 15,00 | - | - | 0,012 | 0,018 | 0,08 | 0,05 | - |
| EA-18/10B | base_1_314293_33048 0,040 | base_1_314293_33049 0,50 | 1,00 - 2,00 | 17,50 - 19,50 | 9,50 - 11,00 | - | 0,50 - 0,80 | 0,012 | 0,018 | 0,08 | 0,05 | - |
| EA-32/53 | base_1_314293_33050 0,040 | base_1_314293_33051 0,80 | > 3,00 | > 18,00 | base | > 03,50 | > 02,00 | 0,020 | 0,030 | - | - | V: > 0,600 |
| Fe: 1,000 |
| EA-127/56 | base_1_314293_33052 0,030 | base_1_314293_33053 0,90 | 1,00 - 3,00 | 21,00 - 23,00 | 9,00 - 10,00 | 2,50 - 3,50 | - | 0,020 | 0,020 | - | - | N: 0,080 - 0,120 |
| EA-127/57 | base_1_314293_33054 0,030 | base_1_314293_33055 0,50 | 1,00 - 2,00 | 24,00 - 26,00 | 9,00 - 11,00 | 3,00 - 4,00 | - | 0,015 | 0,015 | - | - | N: 0,150 - 0,200 |
| EA-395/9 | base_1_314293_33056 0,120 | 0,35 - 0,70 | 1,20 - 2,80 | 13,50 - 17,00 | 20,00 - 27,00 | 4,50 - 7,00 | - | 0,018 | 0,030 | - | - | N: 0,080 - 0,200 |
| EA400/10Т, EA400/10U | base_1_314293_33057 0,100 | base_1_314293_33058 0,60 | 1,10 - 3,10 | 16,80-19,00 | 9,00 - 12,00 | 2,00 - 3,50 | - | 0,025 | 0,030 | - | - | V: 0,300 - 0,750 |
| EA-855/51 | base_1_314293_33059 0,040 | base_1_314293_33060 0,70 | base_1_314293_33061 3,00 | 14,00 - 18,00 | 34,00 - 36,00 | 6,00 - 7,50 | 1,60 - 2,20 | 0,020 | 0,020 | - | - | - |
| EA-898/21B | base_1_314293_33062 0,100 | base_1_314293_33063 0,70 | 1,60 - 2,80 | 17,50 - 20,50 | 9,00 - 10,50 | base_1_314293_33064 0,30 | 0,80 - 1,20 | 0,025 | 0,025 | - | - | - |
| EA-902/14 | base_1_314293_33065 0,120 | base_1_314293_33066 0,70 | 1,00 - 2,00 | 17,00 - 20,00 | 9,00 - 12,00 | 2,00 - 3,50 | 0,40 - 1,00 | 0,025 | 0,025 | - | - | - |
| EM-99 | base_1_314293_33067 0,120 | 0,15 - 0,30 | 0,50 - 1,20 | 11,80 - 12,50 | 0,80 - 1,30 | 0,60 - 0,80 | - | 0,010 | 0,010 | - | - | V: 0,100 - 0,200 |
| Ti: 0,150 |
| EM 959/52 | base_1_314293_33068 0,045 | base_1_314293_33069 0,35 | base_1_314293_33070 0,20 | 12,00 - 13,00 | 1,90 - 2,60 | 0,60 - 0,90 | - | 0,020 | 0,020 | - | - | Ti: 0,010 - 0,080 |
| Nota.  <1> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | | | | | | | |

9. La composición química y la dureza de metal depositado en las superficies de sellado y de guía se indican en la tabla No. 5.6 de este anexo.

Tabla No. 5.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca del material de aportación | Contenido de elementos, % | | | | | | | | | | | Dureza, HRC |
|  | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Fe | W | Co | Nb | otros |
| Alambre | | | | | | | | | | | | |
| Sv-20J27N6M3AGV | 0,15 - 0,25 | base_1_314293_33071 0,50 | 1,0 - 2,0 | 26,0 - 28,0 | 5,0 - 7,0 | 2,5 - 3,0 | base | 0,2 - 0,5 | - | - | N: 0,150 - 0,250 | 41,5 - 49,5 |
| S: base_1_314293_33072 0,020 |
| P: base_1_314293_33073 0,025 |
| Alambre (barras), fundente, gas protector | | | | | | | | | | | | |
| Sv-15J18N12S4TYu,  FTsK-28 | base_1_314293_33074 0,12 | 4,20 - 6,50 | 0,5 - 1,6 | 14,0 - 19,0 | 7,0 - 11,0 | - | base | - | - | - | S: base_1_314293_33075 0,030 | 39,0 - 51,0 |
| P: base_1_314293_33076 0,030 |
| Sv-04J19N9S2,  FTsK-28 | base_1_314293_33077 0,12 | 3,80 - 6,50 | 0,5 - 1,6 | 14,0 - 20,0 | 5,5 - 9,5 | - | base | - | - | - | S: base_1_314293_33078 0,030 | 29,0 - 41,0 |
| P: base_1_314293_33079 0,030 |
| Sv-04J19N9S2,  PKNL-17 | base_1_314293_33080 0,20 | 3,00 - 5,00 | 0,8 - 1,6 | 10,0 - 14,0 | 5,0 - 8,0 | 1,5 - 2,5 | base | - | - | - | S: base_1_314293_33081 0,030 | 25,0 - 40,0 |
| P: base_1_314293_33082 0,030 |
| Sv-13J14N9S4F3G (EK119),  AN-26С, ОF-6, FTs-17  TKZ-NZh, gas protector | 0,08 - 0,20 | 4,30 - 5,30 | 0,5 - 1,0 | 12,5 - 14,5 | 8,0 - 10,0 | - | base | - | - | - | S: base_1_314293_33083 0,250 | 25,0 - 34,0 |
| P: base_1_314293_33084 0,030 |
| V: 2,000 - 3,500 |
| Sv-10J18N11S5M2TYu (EP987), gas protector | 0,02 - 0,20 | 4,00 - 5,00 | 0,5 - 2,0 | 16,0 - 19,0 | 10,0 - 13,0 | 1,5 - 3,0 | base | - | - | - | S: base_1_314293_33085 0,030 | 26,0 - 31,0 |
| Р: base_1_314293_33086 0,030 |
| Cinta con fundente | | | | | | | | | | | | |
| 15J18N12S4TYu,  PKNL-128, FTsK-28 | base_1_314293_33087 0,20 | 5,00 - 6,20 | 0,5 - 1,5 | 15,0 - 17,5 | 7,5 - 10,5 | - | base | - | - | - | S: base_1_314293_33088 0,030 | 30,0 - 40,0 |
| Р: base_1_314293_33089 0,030 |
| Polvo | | | | | | | | | | | | |
| PR-08J17N8S6G | 0,05 - 0,12 | 5,50 - 6,40 | 1,0 - 2,0 | 17,0 - 18,4 | 7,5 - 9,0 | - | base | - | base_1_314293_33090 0,2 | - | S: base_1_314293_33091 0,025 | 30,0 - 39,0 |
| Р: base_1_314293_33092 0,030 |
| PR-10J18N9M5S5G4B | 0,05 - 0,12 | 4,00 - 5,00 | 3,5 - 5,0 | 17,5 - 19,0 | 8,0 - 10,0 | 4,5 - 6,5 | base | - | base_1_314293_33093 0,2 | 0,7 - 1,2 | O2: base_1_314293_33094 0,080 | 40.0 - 51.0 |
| N: base_1_314293_33095 0,090 |
| S: base_1_314293_33096 0,025 |
| P: base_1_314293_33097 0,030 |
| V3K, PR-KJ30VS (V3K) | 1,00 - 1,30 | 2,00 - 2,70 | base_1_314293_33098 0,5 | 28,0 - 32,0 | 0,5 - 2,0 | - | base_1_314293_33099 2,0 | 4,0 - 5,0 | base | - | S: base_1_314293_33100 0,020 | 42,0 - 48,0 |
| P: base_1_314293_33101 0,025 |
| PG-SR2-M,  PR-NJ15SR2,  PR-N77J15S3R2 | 0,20 - 0,50 | 2,00 - 3,30 | - | 12,0 - 15,0 | base | - | base_1_314293_33102 5,0 | - | - | - | S: base_1_314293_33103 0,040 | 38,0 - 43,0 |
| P: base_1_314293_33104 0,040 |
| B: 1,500 - 2,100 |
| PG-SR3-M,  PR-NJ16СРSR3,  PR-N77J15S3R3 | 0,40 - 0,70 | 2,50 - 3,50 | - | 13,5 - 16,5 | base | - | base_1_314293_33105 5,0 | - | - | - | S: base_1_314293_33106 0,040 | 47,0 - 52,0 |
| P: base_1_314293_33107 0,040 |
| B: 2,000 - 2,800 |
| Electrodos revestidos | | | | | | | | | | | | |
| TsN-2 | 1,60 - 2,00 | 1,50 - 2,60 | - | 26,0 - 32,0 | - | - | - | 4,0 - 5,0 | base | - | S: base_1_314293_33108 0,035 | 41,5 - 51,5 |
| P: base_1_314293_33109 0,040 |
| TsN-6L | 0,05 - 0,12 | 4,80 - 6,40 | 1,0 - 2,0 | 15,0 - 18,4 | 7,0 - 9,0 | - | base | - | base_1_314293_33110 0,2 | - | S: base_1_314293_33111 0,025 | 29,5 - 39,0 |
| P: base_1_314293_33112 0,030 |
| TsN-12M | 0,08 - 0,18 | 3,80 - 5,20 | 3,0 - 5,0 | 14,0 - 19,0 | 6,5 - 10,5 | 3,5 - 7,0 | base | - | base_1_314293_33113 0,2 | 0,5 - 1,2 | S: base_1_314293_33114 0,025 | 39,5 - 51,5 |
| P: base_1_314293_33115 0,030 |
| TsN-12М/К2 | base_1_314293_33116 0,18 | 3,80 - 4,60 | 3,0 - 5,0 | 16,0 - 18,5 | 8,0 - 11,0 | 3,5 - 4,5 | base | - | base_1_314293_33117 0,2 | 0,5 - 1,0 | S: base_1_314293_33118 0,030 | 35,0 - 45,0 |
| P: base_1_314293_33119 0,035 |
| EA-38/52 | base_1_314293_33120 0,15 | base_1_314293_33121 0,80 | base_1_314293_33122 1,0 | base_1_314293_33123 26,0 | base_1_314293_33124 5,0 | base_1_314293_33125 2,5 | base | base_1_314293_33126 0,1 | - | - | S: base_1_314293_33127 0,020 | 41,5 - 49,5 |
| P: base_1_314293_33128 0,025 |
| TsN-24 | 0,08 - 0,20 | 1,50 - 2,60 | 0,5 - 1,0 | 12,5 - 14,5 | 8,0 - 10,0 | - | - | - | base_1_314293_33129 0,2 | - | V: 2,000 - 3,500 | 25,0 - 34,0 |
| S: base_1_314293_33130 0,025 |
| P: base_1_314293_33131 0,030 |
| UONI-13/N1-BK | 0,06 - 0,12 | base_1_314293_33132 0,50 | base_1_314293_33133 1,4 | 30,0 - 34,0 | 7,0 - 8,0 | 1,8 - 2,4 | base | - | - | - | N: 0,300 - 0,400 | 41,0 - 49,0 |
| S: base_1_314293_33134 0,030 |
| P: base_1_314293_33135 0,035 |
| VPN-1 | 0,05 - 0,12 | 3,90 - 4,40 | 1,5 - 2,5 | 16,0 - 19,0 | 8,5 - 10,5 | 1,9 - 2,4 | base | - | - | - | S: base_1_314293_33136 0,030 | 23,5 - 29,5 |
| P: base_1_314293_33137 0,050 |
| V: 0,350 - 0,900 |
| Barras | | | | | | | | | | | | |
| VZK, Pr-V3К | 1,00 - 1,30 | 2,00 - 2,75 | - | 28,0 - 32,0 | - | - | base_1_314293_33138 2,0 | 4,0 - 5,0 | base | - | S: base_1_314293_33139 0,040 | 41,5 - 51,5 |
| P: base_1_314293_33140 0,070 |
| Nota. Los valores de dureza indicados aplican en el estado después del tratamiento térmico. | | | | | | | | | | | | |

Anexo No. 6  
  
  
  
  
  
 a los códigos y estándares federales en el campo del uso de la energía atómica "Reglas para el ensayo de metales en los equipos y tuberías de instalaciones nucleares durante la fabricación e instalación",

Aprobados por la orden del   
Servicio Federal de Supervisión Ambiental,  
 Tecnológica y Nuclear  
 del 14 de noviembre de 2018. No. 553

PROPIEDADES MECÁNICAS   
DEL METAL DE LA COSTURA, METAL DEPOSITADO Y DE LAS JUNTAS SOLDADAS

Leyenda:

|  |  |
| --- | --- |
| Rm | - limite de resistencia; |
| Rp0,2 | - limite de fluencia; |
| A | - alargamiento relativo; |
| Z | - relación de contracción; |
| Тк0 | - temperatura crítica de la fragilidad; |
| KCU, KCVТ | - resiliencia con indicación de la temperatura de ensayo Т. |

En los ensayos de tracción estática, de impacto y de aplastamiento de juntas soldadas y de revestimiento anticorrosivo, las propiedades mecánicas del metal de soldadura, del metal de aportación y de las juntas soldadas se determinarán de acuerdo con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

La temperatura crítica de la fragilidad debe determinarse de acuerdo con la documentación de diseño.

2. Durante las pruebas de aplastamiento de las juntas soldadas entre tubos de acero y aleaciones de hierro y níquel, la distancia entre las paredes de los tubos no debe exceder los valores establecidos por la documentación de diseño para los materiales y, en ausencia de tales valores, dicha distancia no debe exceder el doble del espesor de la pared de los tubos soldados.

3. El ensayo de aplastamiento de los tubos de aleación de titanio, determinado en las probetas tubulares después de eliminación de la protuberancia de la junta soldada, se considera positivo si no aparecen grietas visibles a simple vista, con la distancia entre los punzones de 0,6D - para los tubos con una relación de D/h superior a 10 y 0,55D + 2h para los tubos con una relación de D/h hasta 10 inclusive, donde D y h son el diámetro interior y el espesor de la tubería.

4. El ensayo de flexión estática de las estructuras de chapas metálicas de aleaciones de titanio en estructuras planas se considera positivo si no aparecen grietas con el ángulo de flexión después de la descarga de 180 grados base_1_314293_33141(donde base_1_314293_33142 es un ángulo de flexión), con el radio de mandril de 2h - para las aleaciones VT1-0 y VT1-00; 4h - para las aleaciones PT-3V, 3M, TL3, TL5; 5h - para las aleaciones 5В, 19 (donde h es el espesor de la muestra).

5. Un guión en las casillas correspondientes de las tablas 6.1 a 6.10 de este anexo indica que los valores de propiedades mecánicas no están reglamentados.

6. Los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de la costura y del metal depositado en la soldadura automática (revestimiento) por arco sumergido después del revenido final (varias operaciones de revenido intermedio y final) se indican en la tabla No. 6.1 de este anexo.

Tabla No. 6.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de los materiales de soldadura | | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C (máx.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| alambre | fundente | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-06А,  Sv-06АА | АN-42М | 392 | 235 | 18 | 55 | 353 | 216 | 13 | 50 | 0 |
| Sv-08A | AN-42М, FTs-16А | 353 | 196 | 20 | 55 | 314 | 176 | 13 | 50 | 0 |
| OSTs-45, AN-42, AN-348А, AN-348АМ, FTs-16, KF-19 | 353 | 196 | 18 | 55 | 314 | 176 | - | - | - |
| SV-08AA | AN-42М, FTs-16А | 353 | 196 | 20 | 55 | 314 | 176 | 13 | 50 | 0 |
| OSTs-45, AN-42, AN-348А, AN-348АМ, FTs-16, KF-19 | 353 | 196 | 18 | 55 | 314 | 176 | - | - | - |
| 48AF-71 | 320 | 216 | 20 | 55 | 314 | 196 | 14 | 50 | 0 |
| Sv-08GA | FTs-16, FTs-16A | 353 | 216 | 20 | 55 | 314 | 176 | 14 | 50 | 0 |
| Sv-08GS | FTs-16, AN-42М | 431 | 245 | 18 | 55 | 353 | 216 | 13 | 50 | 0 - (+15) <1> |
| 48AF-71 | 431 | 245 | 18 | 55 | 353 | 216 | 13 | 50 | -35 |
| FTs-16A | 431 | 245 | 18 | 55 | 353 | 216 | 13 | 50 | 0 - (+15) <1> |
| 390 <2> <3> | 216 <2> <3> | 16 <2> <3> | 40 <2> <3> | -15 <2> o  <2> KCV-50 base_1_314293_33143 29,4 J/cm2 |
| Sv-08GSА-А | FTs-16A | 431 | 245 | 18 | 55 | 353 | 216 | 13 | 50 | -15 <2> o  <2> KCV-50 base_1_314293_33144 29,4 J/cm2 |
| 390 <3> | 216 <3> | 16 <3> | 40 <3> |
| Sv-10NМА-А,  Sv-10NMA-VI,  Sv-08GNA-A,  Sv-08GNA-VI | FTs-16A | 471 | 314 | 16 | 55 | 441 | 294 | 14 | 50 | <2> KCV-50 base_1_314293_33145 29,4 J/cm2 |
| Sv-10GNА | FTs-16A | 471 | 314 | 16 | 55 | 390 <3> | 216 <3> | 16 <3> | 40 <3> | -15 <2> o  <2> KCV-50 base_1_314293_33146 29,4 J/cm2 |
| Sv-10GNMA,  Sv-10GN1МА,  Sv-10GN1МА-VI | FTs-16, FTs-16A | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <1> |
| Sv-15JGMTA | 48AF-71 | 539 | 477 | 15 | 55 | 490 | 392 | 14 | 50 | -35 |
| Sv-09JGNМТА | FTs-16А, NF-18М | 539 | 422 | 15 | 55 | 490 | 392 | 14 | 50 | 0 |
| Sv-01J12N2-VI | OF-6, FTs-19, FTsK-19 | 600 | 470 | 12 | 35 | 442 | 372 | 10 | 40 | 20 |
| Sv-04J17N10М2,  Sv-02J17N10M2-VI | OF-6 | 539 | 294 | 30 | 45 | 343 <4> | 196 <4> | 20 <4> | 45 <4> | - |
| Sv-10JMFTU | АN-42М | 539 | 392 | 14 | 50 | 490 | 373 | 12 | 45 | 20 |
| Sv-10JMFTU-A | АN-42М | 539 | 392 | 14 | 50 | 490 | 392 | 14 | 45 | -10 |
| Sv-08JМFА | КF-16 | 441 | 274 | 15 | 45 | 206 <5> | - | - | - | - |
| 147 <6> |
| Sv-04J2МА,  Sv-04J2МАА-VI | KF-16, KF-16A | 392 | 294 | 16 | 45 | 294 <5> | 245 <5> | 15 <5> | 40 <5> | 20 |
| 274 <6> | 235 <6> | 16 <6> | 45 <6> |
| Sv-10G2 | KF-27 | 372 | 216 | 16 | 59 | - | 196 | - | - | - |
| Sv-04J19N11M3 | OF-6, OF-40, FTs-17, AN-26P, AN-26S | 392 | 245 | 20 | 25 | 343 | 167 | 15 | 25 | - |
| FTsK-17, SFM-301 | 392 | 245 | 20 | 25 | 343 | 167 | - | - | - |
| Sv-08J19N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-17 | 539 | 343 | 16 | 30 | 372 | 225 | 12 | 25 | - |
| Sv-04J20N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-17 | 539 | 343 | 20 | 35 | 372 | 225 | 15 | 30 | - |
| Sv-07J25N13 | OF-6, OF-40 | 441 | 245 | 16 | 25 | 392 | 176 | 12 | 20 | - |
| FTs-17 | 422 | 245 | 13 | 15 | 353 | 157 | - | - | - |
| Sv-10J9NMFA,  SV-10J9NMFA-VI | FTsK-16 | 539 | 343 | 18 | 55 | 392 <7> | 254 <7> | 15 <7> | 60 <7> | - |
| Sv-10J16N25AM6 | OF-6, OF-40 | 539 | 392 | 13 | 15 | 392 | 245 | 12 | 15 |  |
| Sv-12J2N2MA,  Sv-12J2N2МАА,  Sv-12J2N2МАА-VD,  Sv-12J2N2МАА-VI | FTs-16, FTs-16A | 539 | 422 | 15 | 55 | 490 | 392 | 14 | 50 | 0  (-10) <8>  (-15) <9> - (0) |
| Sv-09JGNMTAA-VI | NF-18M, FTs-16A |
| Sv-03J15N35G7M6B | OF-6 | 539 | 343 | 15 | 15 | 490 | 294 | - | 25 | - |
| Sv-03J20N65G5M4B3V | OF-6, OF-40 | 637 | 480 | 35 | 45 | 588 | 332 | 30 | 40 | - |
| Sv-10J12NMFT | FTs-19 | 640 | 490 | 14 | 55 | 355 <7> | 290 <7> | 12 <7> | 65 <7> | - |
| Sv-01J12N2MT-VI | KF-28 | 640 | 490 | 15 | 45 | - | - | - | - | KCV20 base_1_314293_33147 60 J/cm2 |
| <1> Los valores de temperatura crítica de fragilidad por debajo de 15 °C se establecen para las juntas soldadas específicas, según los requisitos de la documentación de diseño.  <2> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <3> Los valores indicados son para la temperatura de 250 °C (se establece en la documentación de diseño).  <4> Los valores indicados son para la temperatura de 530 °C.  <5> Los valores indicados son para la temperatura de 450 °C.  <6> Los valores indicados son para la temperatura de 510 °C.  <7> Los valores indicados son para la temperatura de 550 °C.  <8> Para la costura circunferencial de la tapa del reactor, a la temperatura de 350 °C se permite : Rm = 460 MPa, Rp0,2 = 373 MPa.  <9> Para las costuras circunferenciales de la carcasa del reactor, a la temperatura de 350 °C se permite : Rm = 460 MPa, Rp0,2 = 373 MPa. Los valores de temperatura crítica de fragilidad por debajo de 0 °C se establecen para las juntas soldadas específicas, según los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | | | | | |

7. En la soldadura automática por arco sumergido después del revenido final (varias operaciones de revenido intermedio y final), los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal depositado se indican en la tabla No. 6.2 de este anexo.

Tabla No. 6.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de los materiales de soldadura | | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | KCU, J/cm2 |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| cinta | fundente | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-04J19N11M3 | OF-10, OF-40, FTs-18 | 392 | 245 | 20 | 25 | 343 | 167 | 15 | 25 | - |
| Sv-08J19N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-18 | 490 | 314 | 20 | 30 | 353 | 196 | 12 | 20 | - |
| Sv-08J19N10G2BA | OF-10, OF-40 | 490 | 314 | 24 | 40 | 353 | 196 | 18 | 30 | 34 |
| Sv-04J20N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-18 | 490 | 265 | 20 | 35 | 353 | 176 | 14 | 25 | - |
| Sv-04J20N10G2BА | OF-10, OF-40 | 490 | 265 | 24 | 40 | 353 | 176 | 18 | 30 | 35 |
| Sv-02J18N10B | OF-40 | 490 | 265 | 25 | 45 | 353 | 176 | 18 | 30 | 35 |
| Sv-03J22N11G2B,  Sv-03J24N13G2B | FTs-18 | 490 | 314 | 20 | 30 | 353 | 196 | 12 | 25 | - |
| Sv-07J25N13 | OF-10, OF-40, FTs-18 | 422 | 245 | 13 | 15 | 353 | 157 | 10 | 15 | - |
| Sv-07J25N13А | OF-10, OF-40 | 422 | 245 | 18 | 20 | 353 | 157 | 15 | 25 | - |
| Sv-02J23N15 | OF-40 | 422 | 245 | 20 | 25 | 353 | 157 | 18 | 30 | 69 |
| Sv-10J16N25AM6 | OF-10, OF-40 | 539 | 392 | 13 | 15 | 372 | 245 | 12 | 15 | - |
| Sv-02J21N11G2B | FTsK-18 | 490 | 265 | 16 | 25 | 353 | 176 | 10 | 25 | - |
| Nota. La resiliencia se determinará en caso de que existan requisitos en la documentación de diseño. | | | | | | | | | | |

8. Para la soldadura con escoria conductora después del tratamiento térmico (normalización con revenido o austenización posterior), los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de la costura se indican en la tabla No. 6.3 de este anexo.

Tabla No. 6.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de los materiales de soldadura | | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C (máx.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| alambre | fundente | Rm, MP | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-10GN2MFA | FTs-21, OF-6 | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <1> |
| Sv-08GSMT | AN-8 | 431 | 245 | 18 | 55 | 353 | 216 | 13 | 50 | - |
| 117 <2> |
| Sv-16J2NMFTA (KP-50) | FTs-21, OF-6 | 608 | 490 | 15 | 55 | 539 | 441 | 14 | 50 | 0 |
| Sv-16J2NMFTA (KP-45) | FTs-21, OF-6 | 549 | 441 | 15 | 55 | 490 | 392 | 12 | 45 | 0 |
| Sv-04J19N11M3 | OF-6 | 392 | 196 | 25 | 40 | 315 | 135 | 20 | 35 | - |
| 117 <2> |
| <1> El valor especifico de la temperatura crítica de la fragilidad se indica en la documentación de diseño.  <2> Los valores indicados son para la temperatura de 530 °C. | | | | | | | | | | |

9. Para la soldadura por arco manual con electrodos revestidos después del revenido final (varias operaciones de revenido intermedio y final), los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de la costura y del metal depositado se indican en la tabla No. 6.4 de este anexo.

Tabla No. 6.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marcas de electrodos | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C  (max.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| UONII-13/45 | 353 | 216 | 22 | 55 | 314 | 176 | 20 | 55 | 0 |
| UONII-13/45А,  UONII-13/45 АА | 353 | 216 | 22 | 60 | 314 | 176 | 22 | 55 | -10 |
| 430 <1> | 245 <1> | 22 <1> | 60 <1> | 314 | 176 | 22 | 55 | <1> KCV-50 base_1_314293_33148 29,4 J/cm2 |
| UONII-13/55 | 431 | 255 | 20 | 50 | 372 | 216 | 18 | 50 | 0 |
| UONII-13/55 АА | 431 | 255 | 20 | 50 | 372 | 216 | 18 | 55 | -10 |
| 390 <1> <2> | 216 <1> <2> | 16 <1> <2> | 40 <1> <2> | -15 <1> or  <1> KCV-50 base_1_314293_33149 29,4 J/cm2 |
| PT-30 | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <3> |
| TsL-25/1, TsL-25/2,  TsL-25L, TsL-25LB,  ZIO-8 | 539 | 294 | 13 | 15 | 392 | 196 | 10 | 13 | - |
| TsL-51 | 637 | 490 | 12 | 35 | 510 | 442 | 10 | 40 | 20 |
| TsL-57 | 539 | 343 | 18 | 55 | 392 <4> | 254 <4> | 15 <4> | 60 <4> | - |
| TsL-59 | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <3> |
| TsT-26, TsT-26M | 490 | 265 | 25 | 35 | 431 | 245 | 18 | 30 | - |
| TsU-7, TsU-7А | 431 | 255 | 20 | 55 | 372 | 216 | 20 | 55 | -10 |
| RT-45А, RT-45АА | 539 | 422 | 15 | 55 | 510 | 392 | 14 | 50 | 0 |
| RT-45B | 539 | 422 | 15 | 60 | 510 | 392 | 14 | 50 | -10 |
| А-1, А-1Т, А-2, А-2Т | 539 | 294 | 255 <5> | 35 <5> | 343 <5> | 196 <5> | 18 <5> | 35 <5> | - |
| N-3 | 539 | 392 | 18 | 50 | 490 | 373 | 14 | 45 | 10 |
| N-3AA | 539 | 392 | 18 | 50 | 490 | 373 | 14 | 45 | -10 |
| N-6, N-6A | 539 | 422 | 14 | 50 | 490 | 206 <6> | 10 | 40 | 20 |
| 147 <7> |
| 380 <8> |
| N-10, N-10AA | 392 | 294 | 16 | 45 | 294 <6> | 245 <6> | 15 <6> | 40 <6> | 20 |
| 274 <7> | 235 <7> | 16 <7> | 45 <7> |
| N-20 | 392 | 255 | 20 | 50 | 353 | 216 | 18 | 50 | 0 |
| N-23, N-25 | 539 | 442 | 15 | 55 | 490 | 392 | 14 | 50 | 0 |
| TsT-10, EA-395/9 | 588 | 363 | 13 | 15 | 490 | 294 | 10 | 13 | - |
| EA-400/10U, EA-400/10T | 539 | 343 | 18 | 30 | 431 | 294 | 15 | 25 | - |
| EA-855/51 | 539 | 343 | 15 | 15 | 490 | 294 | - | - | - |
| EA-898/21B, TsT-15К | 539 | 343 | 16 | 30 | 441 | 245 | 10 | 20 | - |
| EA-18/10B | 539 | 343 | 25 | 45 | 441 | 245 | 12 | 25 | - |
| EA-23/15 | 539 | 294 | 20 | 25 | 392 | 196 | 12 | 15 | - |
| EA-32/53 | 637 | 392 | 30 | 40 | 588 | 332 | 30 | 40 | - |
| EM-99 | 650 | 500 | 14 | 50 | 370 <4> | 310 <4> | 12 <4> | 60 <4> | - |
| EM-959/52 | 640 | 490 | 15 | 45 | - | - | - | - | KCV20 base_1_314293_33150 60 J/cm2 |
| 48N-37/1 | 430 | 245 | 19 | 42 | - | - | - | - | <1> KCV-50 base_1_314293_33151 29,4 J/cm2 |
| KTI-7 | 620 | 400 | 18 | 25 | 450 <5> | 200 <5> | 18 <5> | 25 <5> | KCV20 base_1_314293_33152 39 J/cm2 |
| <1> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <2> Los valores indicados son para la temperatura de 250 °C (se establece en la documentación de diseño).  <3> Los valores de temperatura crítica de fragilidad por debajo de 15 °C se establecen para las juntas soldadas específicas, según los requisitos de la documentación de diseño.  <4> El valor indicado es para la temperatura de 550°C.  <5> Los valores indicados son para la temperatura de 530 °C.  <6> Los valores indicados son para la temperatura de 450°C.  <7> Los valores indicados son para la temperatura de 510 °C.  <8> El valor indicado es para la temperatura de 350°C. | | | | | | | | | |

10. Para la soldadura (revestimiento) por arco en argón después del revenido final (varias operaciones de revenido intermedio y final), los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de soldadura y del metal depositado se indican en la tabla No. 6.5 de este anexo.

Tabla No. 6.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de alambre de aportación | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C (máx.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-08GS | 431 | 245 | 18 | 55 | 392 | 225 | 13 | 50 | 0 |
| Sv-08GSMT | 432 | 255 | 18 | 50 | 372 | 226 | 16 | 50 | 0 |
| Sv-08G2S | 432 | 255 | 18 | 50 | 372 | 226 | 16 | 50 | 0 |
| 431 <1> | 245 <1> | 55 <1> | 390 <1> <2> | 216 <1> <2> | 16 <1> <2> | 40 <1> <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33153 29.4 J/cm2 |
| Sv-08G2S (Ar + max. 25% CO2) | 432 | 255 | 18 | 50 | 372 | 226 | 16 | 50 | 0 |
| Sv-08G2SА-А (Ar + 18 - 20% CO2) | 431 | 245 | 18 | 55 | 390 <2> | 216 <2> | 16 <2> | 40 <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33154 29.4 J/cm2 |
| Sv-10GNMA,  Sv-10GN1МА, Sv-10GN1МА-VI | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <4> |
| Sv-10G1SN1МА | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <4> |
| Sv-04J19N11M3 | 539 | 294 | 30 | 45 | 392 | 216 | 12 | 22 | - |
| 343 <5> | 196 <5> | 20 <5> | 45 <5> |
| Sv-03J15N35G7M6B | 539 | 343 | 15 | 15 | 490 | 245 | - | - | - |
| Sv-03J20N65G5M4B3V | 637 | 408 | 35 | 45 | 588 | 330 | 30 | 40 | - |
| Sv-08J19N10G2B | 539 | 343 | 16 | 30 | 372 | 225 | 10 | 20 | - |
| Sv-04J20N10G2B | 539 | 343 | 20 | 35 | 372 | 225 | 10 | 25 | - |
| Sv-07J25N13 | 442 | 245 | 12 | 15 | 392 | 176 | 10 | 15 | - |
| Sv-10J16N25AM6 | 539 | 363 | 13 | 18 | 392 | 245 | 10 | 13 | - |
| Sv-02J17N10M2-VI  Sv-04J17N10M2 | 539 | 294 | 30 | 45 | 343 <5> | 196 <5> | 20 <5> | 45 <5> | - |
| Sv-10NМА-А,  Sv-10NMA-VI,  Sv-08GNA-A,  Sv-08GNA-VI,  Sv-10GNA,  PP-SVP1 | 539 | 343 | 16 | 55 | 441 | 274 | 15 | 50 | <3> KCV-50 base_1_314293_33155 29.4 J/cm2 |
| Sv-10J9NMFA,  SV-10J9NMFA-VI | 539 | 343 | 18 | 55 | 392 <6> | 254 <6> | 15 <6> | 60 <6> | - |
| Sv-10J12NMFT | 650 | 500 | 14 | 50 | 370 <6> | 310 <6> | 12 <6> | 60 <6> | - |
| Sv-01J12N2MT-VI | 640 | 490 | 15 | 45 | - | - | - | - | KCV20 base_1_314293_3315660 J/cm2 |
| Sv-12J2N2MA,  Sv-12J2N2МАА,  Sv-09JGNMTA,  Sv-09JGMTAA-VI | 539 | 422 | 15 | 55 | 490 | 392 | 14 | 50 | 0 |
| Sv-01J12N2-VI | 637 | 490 | 12 | 35 | 510 | 441 | 10 | 40 | - |
| Sv-04J2МА,  Sv-04J2МАА-VI | 392 | 294 | 16 | 45 | 294 <7> | 245 <7> | 15 <7> | 40 <7> | 20 |
| 274 <8> | 235 <8> | 16 <8> | 45 <8> |
| Sv-02J22N9AM3 | 680 | 480 | 25 | - | - | - | - | - | - |
| Sv-02J25N10AM4 | 750 | 550 | 25 | - | - | - | - | - | - |
| Sv-08JМFА | 441 | 274 | 15 | 45 | - | 206 <7> | - | - | - |
| 147 <8> |
| <1> Alambre de aportación con restricción de contenido de S base_1_314293_33157 0,010% y P base_1_314293_33158 0,012%.  <2> Los valores indicados son para la temperatura de 250 °C (se establece en la documentación de diseño).  <3> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <2> El valor especifico de la temperatura crítica de fragilidad se indica en la documentación de diseño.  <5> Los valores indicados son para la temperatura de 530 °C.  <6> Los valores indicados son para la temperatura de 550°C.  <7> Los valores indicados son para la temperatura de 450 °C.  <8> Los valores indicados son para la temperatura de 510 °C.  <9> Los valores indicados son para la temperatura de 550 °C. | | | | | | | | | |

11. Para la soldadura automática (revestimiento) por arco sumergido, los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de soldadura y del metal depositado se indican en la tabla No. 6.6 de este anexo.

Tabla No. 6.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de los materiales de soldadura | | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| alambre | fundente | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-06А,  Sv-06АА | АN-42М | 432 | 245 | 18 | 50 | 392 | 216 | 15 | 50 | 0 |
| Sv-08A | FTs-16, FTs-16А, AN-42, AN-42М, 48AF-71 | 412 | 226 | 18 | 50 | 363 | 196 | 16 | 50 | 0 |
| OSTs-45, AN-348A, AN-348AM | 412 | 226 | 18 | 50 | 363 | 196 | 16 | 50 | - |
| SV-08AA | FTs-16, FTs-16А, AN-42, AN-42М, 48AF-71 | 412 | 226 | 18 | 50 | 363 | 196 | 16 | 50 | 0 |
| Sv-08GS | FTs-16, 48AF-71 | 452 | 255 | 18 | 50 | 432 | 245 | 18 | 50 | 0 |
| FTs-16A | 452 | 255 | 18 | 50 | 432 | 245 | 18 | 50 | 0 |
| 432 <1> | 275 <1> | 20 <1> | 55 <1> | 390 <1> <2> | 216 <1> <2> | 16 <1> <2> | 40 <1> <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33159 29.4 J/cm2 |
| Sv-08GSА-А | FTs-16A | 432 | 275 | 20 | 55 | 390 <2> | 216 <2> | 16 <2> | 40 <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33160 29.4 J/cm2 |
| Sv-10GNА | FTs-16A | 510 | 324 | 16 | 50 | 390 <1> | 216 <2> | 16 <2> | 40 <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33161 29.4 J/cm2 |
| Sv-10NМА-А,  Sv-10NMA-VI,  Sv-08GNA-A,  Sv-08GNA-VI | FTs-16A | 510 | 324 | 16 | 50 | 441 | 294 | 14 | 50 | <3> KCV-50 base_1_314293_33162 29.4 J/cm2 |
| Sv-04J19N11M3 | OF-6, OF-40, FTs-17, FTsK-17, SFM-301 | 441 | 245 | 25 | 35 | 392 | 245 | 18 | 30 | - |
| AN-26P, AN-26S | 441 | 245 | 22 | 30 | 353 | 196 | 16 | 25 | - |
| Sv-08J19N10M3B | OF-6 | 570 | 370 | 18 | 35 | 410 | 275 | - | - | - |
| Sv-08J19N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-17 | 539 | 343 | 20 | 25 | 392 | 216 | 14 | 25 | - |
| Sv-04J20N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-17 | 539 | 343 | 24 | 35 | 392 | 216 | 18 | 30 | - |
| Sv-07J25N13 | OF-6, OF-40 | 539 | 294 | 22 | 30 | 441 | 245 | 16 | 28 | - |
| FTs-17 | 441 | 274 | 22 | 30 | 353 | 196 | 16 | 25 | - |
| Sv-10J16N25AM6 | OF-6 | 588 | 392 | 22 | 35 | 490 | 294 | 16 | 30 | - |
| <1> Alambre de aportación con restricción de contenido de S base_1_314293_33163 0,010% y P base_1_314293_33164 0,012%.  <2> Los valores indicados son para la temperatura de 250 °C (se establece en la documentación de diseño).  <3> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | | | | | |

12. Para el revestimiento automático por arco sumergido, los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal depositado después del revestimiento se indican en la tabla No. 6.7 de este anexo.

Tabla No. 6.7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de los materiales de soldadura | | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C (máx.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| cinta | fundente | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-04J19N11M3 | OF-10, OF-40, FTs-18 | 392 | 245 | 15 | 25 | 353 | 196 | 16 | 25 | - |
| Sv-08J19N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-18 | 490 | 294 | 25 | 35 | 353 | 196 | 14 | 22 | - |
| Sv-08J19N10G2BA | OF-10, OF-40 |
| Sv-04J20N10G2B | OF-10, OF-40, FTs-18 | 490 | 294 | 25 | 35 | 353 | 196 | 16 | 25 | - |
| Sv-04J20N10G2BА | OF-10, OF-40 |
| Sv-03J22N11G2B | FTs-18 | 490 | 314 | 23 | 32 | 353 | 196 | 14 | 22 | - |
| Sv-03J24N13G2B | FTs-18 | 490 | 314 | 23 | 32 | 353 | 196 | 14 | 22 | - |
| Sv-07J25N13 | OF-10, OF-40, FTs-18 | 441 | 274 | 22 | 30 | 353 | 196 | 16 | 25 | - |
| Sv-07J25N13А | OF-10, OF-40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sv-02J21N11G2B | FTsK-18 | 490 | 294 | 23 | 32 | 353 | 196 | 14 | 22 | - |

13. Para la soldadura y revestimiento por arco en argón, los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de soldadura y del metal depositado se indican en la tabla No. 6.8 de este anexo.

Tabla No. 6.8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de alambre de aportación | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C (máx.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| Sv-08GS | 452 | 245 | 18 | 50 | 353 | 216 | 13 | 45 | 0 |
| Sv-08GSMT | 490 | 294 | 18 | 50 | 432 | 255 | 16 | 50 | 0 |
| Sv-08G2S | 490 | 294 | 18 | 50 | 432 | 255 | 16 | 50 | 0 |
| 431 <1> | 245 <1> | 18 <1> | 55 <1> | 390 <1> <2> | 216 <1> <2> | 16 <1> <2> | 40 <1> <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33165 29.4 J/cm2 |
| Sv-08G2SА-А  (Ar+ 18-20% CO2) | 431 | 245 | 18 | 55 | 390 <2> | 216 <2> | 16 <2> | 40 <2> | -15 <3> o  <3> KCV-50 base_1_314293_33166 29.4 J/cm2 |
| Sv-10NMA-А, Sv-10NMa-VI, Sv-08GNA-A, Sv-08GNA-VI, Sv-10GNA, PP-SVP1 | 539 | 343 | 16 | 55 | 441 | 274 | 15 | 50 | <3> KCV-50 base_1_314293_33167 29.4 J/cm2 |
| Sv-08G2S (Ar + max 25% CO2 | 490 | 294 | 18 | 50 | 432 | 255 | 16 | 50 | 0 |
| Sv-10G1SN1МА | 539 | 343 | 16 | 55 | 490 | 294 | 14 | 50 | (-10) - (+15) <4> |
| Sv-04J19N11M3 | 490 | 294 | 25 | 35 | 441 | 245 | 18 | 30 | - |
| Sv-03J16N9M2 | 520 | 200 | 28 | 35 | 400 | 180 | 25 | 40 | - |
| Sv-08J19N10G2B | 539 | 343 | 22 | 35 | 392 | 216 | 16 | 28 | - |
| Sv-04J20N10G2B | 539 | 343 | 24 | 35 | 392 | 216 | 18 | 30 | - |
| Sv-07J25N13 | 490 | 294 | 22 | 35 | 392 | 196 | 15 | 30 | - |
| Sv-02J24N13 | 490 | 294 | 22 | 35 | 392 | 196 | 15 | 30 | - |
| Sv-10J16N25AM6 | 539 | 294 | 23 | 28 | 392 | 245 | 15 | 25 | - |
| Sv-08N60G8М7Т | 441 | 196 | 20 | 22 | 412 | 196 | 20 | 22 | - |
| Sv-06J15N60M15 | 580 | 400 | 15 | 20 | 530 | 360 | 15 | 22 | - |
| Sv-03J19N60М15 (EK185) | 580 | 400 | 15 | 20 | 530 | 360 | 15 | 22 | - |
| Sv-03J20N65G5M4B3V | 637 | 408 | 35 | 45 | 588 | 392 | 30 | 40 | - |
| Sv-03J15N35G7M6B | 539 | 294 | 25 | 35 | 392 | 196 | - | - | - |
| <1> Alambre de aportación con restricción de contenido de S base_1_314293_33168 0,010% y P base_1_314293_33169 0,012%.  <2> Los valores indicados son para la temperatura de 250 °C (se establece en la documentación de diseño).  <3> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <4> Los valores de temperatura crítica de fragilidad por debajo de 15 °C se establecen para las juntas soldadas específicas, según los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | | | | |

14. Para la soldadura y revestimiento por arco manual con electrodos revestidos, los valores mínimos de las propiedades mecánicas del metal de soldadura y del metal depositado después de soldar (revestir) se indican en la tabla No. 6.9 de este anexo.

Tabla No. 6.9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Marcas de electrodos | Valores mínimos de propiedades mecánicas a temperatura de | | | | | | | | Тк0, °C (máx.) |
| 20 °C | | | | 350 °C | | | |
| Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % | Rm, MPa | Rp0.2, MPa | A, % | Z, % |
| UONII-13/45 | 412 | 245 | 22 | 50 | 363 | 216 | 20 | 55 | -20 |
| UONII-13/45А | 412 | 245 | 26 | 60 | 363 | 216 | 22 | 56 | -20 |
| UONII-13/45АА | 412 | 255 | 26 | 60 | 363 | 216 | 22 | 60 | -20 |
| 430 <1> | 245 <1> | 26 <1> | 45 <1> | 363 | 216 | 22 | 60 | - |
| <1> KCV-50 base_1_314293_33170 29,4 J/cm2 |
| UONII-13/55 | 490 | 294 | 20 | 50 | 432 | 255 | 18 | 50 | -20 |
| UONII-13/55АА | 490 | 294 | 20 | 50 | 432 | 255 | 18 | 50 | -20 |
| 490 <1> | 255 <1> | 20 <1> | 45 <1> | 390 <1> <2> | 216 <1> <2> | 16 <1> <2> | 40 <1> <2> | -15 <1> or  <1> KCV-50 base_1_314293_33171 29,4 J/cm2 |
| TsU-7, TsU-7А | 490 | 294 | 20 | 55 | 432 | 255 | 20 | 52 | -10 |
| TsT-26, TsT-26M | 539 | 294 | 30 | 40 | 441 | 245 | 20 | 35 | - |
| TsL-25L, TsL-25/1, ZIO-8 | 539 | 294 | 23 | 40 | 392 | 245 | 16 | 25 | - |
| TsL-25LB | 539 | 294 | 23 | 40 | 392 | 245 | 16 | 20 | - |
| TsL-25/2 | 539 | 294 | 23 | 40 | 392 | 245 | 18 | 32 | - |
| EA-395/9 | 588 | 363 | 30 | 40 | 490 | 294 | 20 | 35 | - |
| TsT-10 | 588 | 363 | 30 | 40 | 490 | 294 | 20 | 35 | - |
| TsT-36 | 441 | 310 | 15 | 20 | 441 | 250 | 25 | 30 | - |
| TsT-48 | 580 | 400 | 15 | 20 | 530 | 360 | 15 | 20 | - |
| TsT-48U | 539 | 431 | 15 | 20 | 530 | 360 | 15 | 20 | - |
| EA-400/10U, EA-400/10T | 539 | 343 | 25 | 35 | 441 | 275 | 18 | 32 | - |
| EA-898/21B | 588 | 343 | 24 | 35 | 441 | 294 | 16 | 30 | - |
| EA-127/56 | 680 | 480 | 25 | - | - | - | - | - | - |
| EA-127/57 | 750 | 645 | 25 | - | - | - | - | - | - |
| EA-32/53 | 627 | 408 | 35 | 45 | 588 | 332 | 30 | 40 | - |
| EA-855/51 | 588 | 343 | 25 | 30 | 490 | 245 | 30 | 40 | - |
| TsT-15К | 539 | 294 | 23 | 40 | 392 | 245 | 16 | 30 | - |
| 48N-37/1 | 430 | 245 | 19 | 42 | - | - | - | - | <1> KCV-50 base_1_314293_33172 29,4 J/cm2 |
| <1> Para la soldadura del acero 09G2SА-А, se establece según los requisitos de la documentación de diseño.  <2> Los valores indicados son para la temperatura de 250 °C (se establece en la documentación de diseño). | | | | | | | | | |

Las propiedades mecánicas del metal depositado con electrodos de marcas que no figuran en la tabla No. 6.9 de este anexo se determinan de acuerdo con los documentos de unificación para estos tipos de electrodos.

15. Los valores mínimos de las propiedades mecánicas de las juntas soldadas se indican en la tabla No. 6.10 de este anexo.

Tabla No. 6.10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Marca de los materiales a soldar | Método de soldadura (revestimiento) | Valores mínimos de las propiedades mecánicas a temperatura de 20°C | | Valores mínimos de Rm a temperatura de 350°C, MPa |
| Rm, MPa | ángulo de curvatura, grados |
| 10GN2MFA, 10GN2MFA-A  cualquier combinación | Por arco, manual | 539 | 60 | 490 |
| Automática con fundente | 539 | 60 | 490 |
| 15J2NMFA, 15J2NMFA-A  15J2NMFA clase 1  cualquier combinación | Por arco, manual | 539 | 60 | 490 |
| Automática con fundente | 539 | 60 | 490 |
| 15H2MFA, 15H2MFA-A  15H2MFA mod. А, 15H2MFA-А mod. А,  15H2MFA-А mod. B  cualquier combinación | Por arco, manual | 539 | 40 | 490 |
| Automática con fundente |
| 15H3NMFA, 15H3NMFA-A  15H2NM1FA, 15H2NM1FA-А  cualquier combinación | Por arco, manual | 539 | 40 | 490 |
| Automática con fundente |
| 10GN2MFA con 06H12N3D | Por arco, manual | 539 | 40 | 442 |
| Automática con fundente OF-6 | 539 | 40 | 442 |
| Automática con fundente FTs-19, FTsK-19 | 539 | 40 | 442 |
| 08J18N10T con 10GN2MFA  con pre-revestimiento de bordes a soldar | Por arco, manual | 430 | 60 | 353 |
| 08J18N10T con 15J2NMFA  con pre-revestimiento de bordes a soldar | Por arco, manual | 430 | 60 | 353 |
| 22К con 10GN2MFA, 10GN2MFA-А, 15J2NMFA, 15J2NMFA-А, 15J2NMFA clase 1 | Automática con fundente | 353 | 60 | 314 |
| Por arco, manual | 353 | 60 | 314 |
| 10GN2MFА, 10GN2MFA-А con 15J2NMFA, 15J2NMFA-А, 15J2NMFA clase 1 en cualquier combinación | Por arco, manual | 539 | 60 | 490 |

16. Los valores mínimos de ángulo de curvatura durante las pruebas de flexión estática de las juntas soldadas mediante la soldadura por arco, se indican en la tabla No. 6.11 de este anexo.

Tabla No. 6.11

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Material de las partes soldadas | Espesor de la junta soldada, mm | Ángulo de curvatura definido, grados |
| Aceros al carbono | Hasta 20,0 inclusive | 100 |
| Más de 20,0 | 60 |
| Acero al silicio manganeso | Hasta 20,0 inclusive | 80 |
| Más de 20,0 | 60 |
| Aceros aleados | Hasta 20,0 inclusive | 50 |
| Más de 20,0 | 40 |
| Aceros austeníticos | Hasta 20,0 inclusive | 160 |
| Más de 20,0 | 120 |

Anexo No. 7  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
 a los códigos y estándares federales en el campo del uso de la energía atómica "Reglas para el ensayo de metales en los equipos y tuberías de instalaciones nucleares durante la fabricación e instalación", aprobados por la orden del Servicio Federal de Supervisión Ambiental, Tecnológica y Nuclear del 14 de noviembre de 2018. No. 553

ESTUDIOS METALOGRÁFICOS   
DE LAS JUNTAS SOLDADAS Y SUPERFICIES REVESTIDAS

1. Las superficies de secciones transversales se someterán a los estudios metalográficos centrados en:

а) secciones de la costura y revestimiento de los bordes a soldar con partes adyacentes del metal de base, junto al ensayo de las juntas soldadas;

b) capa depositada con la parte adyacente del metal de base, junto al ensayo del revestimiento anticorrosivo.

2. En los estudios metalográficos, las dimensiones admisibles de las inclusiones aisladas y porosidades agrupadas en las juntas soldadas de aceros y aleaciones de hierro y níquel se indican en la tabla No. 7.1 de este anexo.

Tabla No. 7.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Espesor nominal de las piezas soldadas, mm | Dimensión máxima admisible de inclusiones aisladas y porosidades agrupadas, mm | | |
| Categoría de la junta soldada | | |
| I, In, IIIn | II | III |
| Hasta 1,5 inclusive | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Más de 1,5 hasta 2,5 inclusive | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Más de 2,5 hasta 3,5 inclusive | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Más de 3,5 hasta 5,0 inclusive | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Más de 5,0 hasta 6,5 inclusive | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| Más de 6,5 hasta 8,5 inclusive | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| Más de 8,5 hasta 12,0 inclusive | 0,8 | 1,0 | 1,5 |
| Más de 12,0 hasta 20,0 inclusive | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Más de 20,0 hasta 35,0 inclusive | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| Más de 35,0 hasta 50,0 inclusive | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| Más de 50,0 hasta 100,0 inclusive | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| Más de 100,0 hasta 160,0 inclusive | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| Más de 160,0 hasta 240,0 inclusive | 3,5 | 4,0 | 5,0 |
| Más de 240,0 hasta 280,0 inclusive | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| Más de 280,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 |
| Nota. No se toman en cuenta las inclusiones (porosidades agrupadas) con la dimensión más grande inferior a 0,2 mm inclusive. | | | |

3. La calidad de una junta soldada se considera satisfactoria según el estudio metalográfico, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a) en la macrosección no aparecen grietas ni faltas de fusión;

b) las dimensiones más grandes de las inclusiones y porosidades agrupadas no superan la dimensión máxima admisible especificada en la tabla No. 7.1 de este anexo para las juntas soldadas de aleaciones de aluminio, y la dimensión especificada en el anexo No. 4 de estas Reglas;

c) la distancia entre dos inclusiones y porosidades agrupadas deberá ser al menos tres veces mayor que la dimensión máxima de cualquiera de las dos inclusiones o agrupaciones en cuestión;

d) el total de las dimensiones más grandes de inclusiones y porosidades agrupadas que se han detectado en la macrosección no es superior a tres veces la dimensión máxima admisible de una inclusión aislada especificada en la tabla No. 7.1 de este anexo para el espesor nominal correspondiente de las piezas soldadas. En las juntas soldadas de aleaciones de aluminio, el total de las dimensiones más grandes de las inclusiones y porosidades agrupadas que se han detectado en la macrosección no es superior a tres veces la dimensión máxima admisible de una inclusión aislada para el espesor nominal correspondiente de las piezas soldadas. Para las juntas soldadas de espesor hasta 5.0 mm inclusive, no se tienen en cuenta las inclusiones y porosidades agrupadas con la dimensión más grande hasta 0,3 mm; para las juntas soldadas de espesor hasta 20,00 mm inclusive, hasta 0,4 mm; para los espesores superiores a 20,0 mm, dicho valor es del 1,5%;

е) en las juntas soldadas angulares, en T, frontales y solapadas, así como en las juntas soldadas entre tubos y placas de tubos, se controla la profundidad de penetración.

4. Los estudios metalográficos en las juntas soldadas de aleaciones de titanio se realizan para controlar la calidad de la protección de gas de la costura en las secciones transversales y (o) longitudinales, mediante la inspección visual de la superficie según los colores de revenido y la medición de dureza según el método de Vickers. La dureza del metal de la costura no debe ser superior a 230 unidades en caso de soldadura con alambre de aportación VT1-00sv, a 300 unidades, con PT-7Мsv, a 350 unidades, con VT6sv. La dureza en el área de exposición térmica no debe ser superior a la dureza del metal de base. Se permiten excepciones aisladas hasta 400 unidades, a condición de que las mediciones de dureza alrededor de ese punto no sean superiores a los valores especificados.

En las juntas soldadas entre los tubos y las placas de tubos en los intercambiadores de calor de aleaciones de titanio, la profundidad de penetración se verifica en las juntas soldadas de control.

5. En el estudio metalográfico de las juntas soldadas a tope de aceros austeníticos y de aleaciones de hierro y níquel con los anillos de soporte restantes (o con juntas angulares), así como de las juntas soldadas entre los tubos y las placas de tubos, se permiten unas discontinuidades hasta 0,4 mm desde el extremo de la brecha estructural, siempre y cuando el espesor actual de la costura sea superior al espesor nominal de la pared en el sitio de soldadura en 0.5 mm, como mínimo.

6. La calidad del revestimiento anticorrosivo se considera satisfactoria si no aparecen grietas en el metal depositado.

Anexo No. 8  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
 a los códigos y estándares federales en el campo del uso de la energía atómica "Reglas para el ensayo de metales en los equipos y tuberías de instalaciones nucleares durante la fabricación e instalación", aprobados por la orden del Servicio Federal de Supervisión Ambiental, Tecnológica y Nuclear del 14 de noviembre de 2018. No. 553

MÉTODOS Y ALCANCE DE CONTROL DEL METAL DE PIEZAS FUNDIDAS

1. Los requisitos de este anexo se aplican a las piezas fundidas de acero. La clase de piezas fundidas se establece según el servicio y las condiciones de operación, en conformidad con la tabla No. 8.1 de este anexo, y se especifica en la documentación de diseño para la pieza fundida.

Tabla No. 8.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Clase de pieza fundida | | Presión de diseño en los equipos y tuberías, МPа | Grupo de equipos y tuberías donde se usan las piezas fundidas |
| 1 | | Independientemente de la presión | A |
| 2 | 2а | Más de 5,0 | V |
| 2v | Hasta 5,0 inclusive |
| 3 | 3а | Más de 5,0 | C |
| 3v | Más de 1,6 hasta 5,0 inclusive |
| 3с | Hasta 1,6 inclusive |

2. Los métodos de ensayo no destructivo y destructivo aplicables a las piezas fundidas se indican en la tabla No. 8.2 de este anexo.

Tabla No. 8.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Método de ensayo | Clase de pieza fundida | | | | | |
| 1ra | 2nda | | 3ra | | |
| а | v | а | v | с |
| Control de la composición química de acero | P | P | P | P | P | P |
| Ensayo de tracción a temperatura normal | | | | | | |
| determinación de límite de resistencia Rm | P | P | P | P | P | P |
| determinación de límite de fluencia Rp0,2 | P | P | P | P | P | P |
| determinación de alargamiento relativo A | P | P | P | S | S | S |
| determinación de relación de contracción Z | P | P | P | P | P | P |
| Ensayo de tracción a temperatura elevada | | | | | | |
| determinación de límite de resistencia Rm | S | S | S | S | - | - |
| determinación de límite de fluencia Rp0,2 | P | P | P | P | - | - |
| determinación de relación de contracción Z | S | S | S | - | - | - |
| Ensayo de flexión por choque a temperatura normal <\*> | P | P | P | S | S | S |
| Control de dureza | P | S | - | - | - | - |
| Control de las propiedades corrosivas <\*\*> | P | P | P | P | P | P |
| Control de contenido de la fase ferrítica <\*\*\*> | P | K | K | K | K | K |
| Inspección visual y dimensional de tamaño, peso y calidad de la superficie | P | P | P | P | P | P |
| Inspección con líquidos penetrantes o por partículas magnéticas | P | P | P | P | P | P |
| Inspección radiográfica o ultrasónica | P | P | P | K | - | - |
| Inspección de los bordes a soldar | P | P | P | P | P | P |
| <\*>  A excepción de aceros austeníticos.  <\*\*> Para aceros austeníticos y acero de alto cromo.  <\*\*\*> Para acero austenítico.  P - inspección cuyos resultados se utilizan para la aceptación de las piezas fundidas.  S - inspección cuyos resultados son informativos y se incluyen en el certificado.  K - inspección según los requisitos de la documentación de diseño. | | | | | | |

Control no destructivo

Inspección visual y dimensional

3. La inspección visual y dimensional debe realizarse antes de las inspecciones mediante otros métodos. La inspección visual es obligatoria para todas las superficies de cada pieza fundida.

Inspección con líquidos penetrantes y por partículas magnéticas

4. Inspección con líquidos penetrantes y por partículas magnéticas de las piezas fundidas de clases 1 y 2a debe realizarse en toda la superficie accesible para la inspección, la inspección de todas las demás piezas fundidas - en las áreas de intersecciones radiales, así como en las zonas especificadas en la documentación de diseño.

5. Las superficies de piezas fundidas de acero perlítico y de acero de alto cromo después del granallado se inspeccionarán únicamente por las partículas magnéticas.

6. La inspección de las piezas fundidas con líquidos penetrantes y por partículas magnéticas debe realizarse después de su tratamiento térmico y mecánico final.

Inspección radiográfica y ultrasónica

7. Las piezas fundidas de las clases 2c, 3a - 3s se suministran en lotes para la inspección. Cada lote incluirá piezas fundidas de una hornada, según el mismo diseño, sometidas a tratamiento térmico bajo las mismas condiciones (con la misma velocidad de calentamiento y enfriamiento). El tamaño máximo de lote de piezas fundidas es de veinte unidades. Si el tamaño del lote es inferior a cinco piezas fundidas de las clases 2c, 3a - 3c, se someten a la inspección dos piezas.

Inspección radiográfica de las piezas fundidas debe realizarse:

a) piezas fundidas de clases 1 y 2a - todo el volumen de cada pieza;

b) piezas fundidas de clase 2c - todo el volumen de cada pieza inspeccionada, mínimo el 50% de las piezas del lote;

c) piezas fundidas de clase 3a - 3c - todo el volumen de cada pieza inspeccionada, mínimo el 20% piezas del lote;

d) piezas fundidas con la escoria conductora - el volumen de cada pieza inspeccionada de acuerdo con los requisitos de la documentación de diseño.

9. Inspección por ultrasonido de las piezas fundidas de las clases 2c, 3a - 3s debe realizarse en los puntos especificados en la documentación de diseño.

10. En caso de que se detecten las discontinuidades internas o inclusiones que superen las dimensiones admisibles, por lo menos, en una pieza inspeccionada de las clases 2c, 3a a 3c, todas las piezas del lote se someterán a la inspección.

11. Antes de la inspección radiográfica se permite dejar sobreespesor para el mecanizado:

a) para los espesores de hasta 10,0 mm inclusive - hasta 2.0 mm;

b) para los espesores de 10,0 a 150,0 mm inclusive - hasta el 20% de espesor;

c) para los espesores de más de 150,0 mm - hasta 30,0 mm.

Normas de evaluación de la calidad según los datos de   
control no destructivo

Inspección visual y dimensional

12. Las dimensiones y el peso de las piezas fundidas deben estar conformes a la documentación de diseño.

13. La evaluación de la calidad de las superficies de piezas fundidas sin mecanizado debe basarse en las normas de calidad de la superficie.

14. En la superficie de la pieza fundida o su parte que sirva como referencia de calidad de la superficie, no se permiten: rebabas, inclusiones de arena o escoria, pliegues superficiales, rajas, cortes de cinceles sin reparar.

15. En las superficies sin mecanizado en las partes de las piezas fundidas de difícil acceso, entre otras en las áreas debajo de los asientos de las válvulas, conductos espirales estrechos en las carcasas de las bombas, se permiten áreas con las rebabas metalizadas firmemente adheridas. Las dimensiones de dichas áreas deben ser indicadas en la documentación de diseño.

16. En la superficie interior sin mecanizado de la pieza fundida, la que está en contacto con el fluido de proceso y no está sujeta a la inspección con líquidos penetrantes, no se permite la presencia de rebabas (excepto los casos especificados en párrafo 15 de este anexo), inclusiones de arena o escoria, grietas, rajas, porosidades superficiales y cortes sin reparar.

17. Se permiten unas cavidades limpias dispersas, con la dimensión máxima de 2,0 mm que no sean más de tres por un área de 100,0 cm2 y con la distancia mínima entre las mismas de 10,0 mm.

18. En las demás superficies sin mecanizado, no sujetas a la inspección con líquidos penetrantes, se permiten sin corrección cavidades limpias aisladas, de dimensiones inferiores a 4,0 mm y de profundidad inferior al 15% del espesor de la pieza fundida, pero no más de tres cavidades en el área de 100,0 cm2, así como cortes de cinceles alisados.

19. Las normas de evaluación de la calidad de las piezas fundidas según los datos de inspección visual y dimensional se muestran en la tabla No. 8.3 de este anexo.

Tabla No. 8.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Espesor de los componentes de piezas brutas, mm | Dimensión máxima admisible de la inclusión, mm | Número máximo admisible de discontinuidades en cualquier área rectangular de la superficie de 40,0 cm2, con dimensión lateral máxima de 150,0 mm |
| Hasta 25,0 inclusive | 1,0 | 3 |
| Más de 25,0 hasta 50,0 inclusive | 1,5 | 4 |
| Más de 50,0 hasta 100,0 inclusive | 1,5 | 5 |
| Más de 100,0 hasta 300,0 inclusive | 2,0 | 6 |
| Más de 300,0 | 2,0 | 7 |
| Nota. No se tienen en cuenta las discontinuidades menores a 0,5 mm. | | |

20. Durante el control visual en la superficie de las piezas brutas fundidas con la escoria conductora se permiten las discontinuidades sin corrección (excepto grietas, desgarros, solapes fríos, faltas de fusión) de forma redondeada o alargada, cuyas dimensiones no superen las indicadas en la tabla No. 8.3 de este anexo, así como de las irregularidades, protuberancias, indentaciones de altura o de profundidad máxima de 3.0 mm.

21. En las superficies roscadas de las piezas fundidas en casos no especificados en la documentación de diseño, se permiten sin corrección, visibles a simple vista las discontinuidades individuales (excepto grietas) con el tamaño no superior a un paso de rosca y longitud máxima de 2.0 mm. No se permiten discontinuidades con menos de dos pasos de rosca entre ellos.

Inspección con líquidos penetrantes y por partículas magnéticas

22. La presencia de discontinuidades en la superficie de las piezas inspeccionadas con líquidos penetrantes y partículas magnéticas se determina por las indicaciones.

23. Indicaciones de menos de 1.0 mm en tamaño serán ignoradas.

24. No se permiten:

a) grietas;

b) indicaciones lineales superiores al 10% del espesor total de la pieza fundida + 1.0 mm para espesores de de hasta 20.0 mm;

c) indicaciones superiores a 3.0 + 0.05 (S - 20.0) mm en tamaño para los espesores de 20.0 a 60.0 mm;

d) indiciones superiores a 5.0 mm en tamaño - para espesores mayores de 60.0 mm;

e) indicaciones redondas que superen 30% de espesor de las piezas fundidas para los espesores de hasta 15.0 mm inclusive;

f) indicaciones de 5.0 mm en tamaño para los espesores superiores a 15.0 mm;

g) más de tres indicaciones situadas en la misma línea a una distancia de menos de 2.0 mm entre sí (la distancia se mide por los bordes más cercanos de las indicaciones);

h) más de 9 indicaciones en cualquier rectángulo de 40.0 cm2, cuyo tamaño máximo no supere 150.0 mm.

Las indicaciones lineales son las indicaciones con longitud tres o más veces mayor que la anchura, y la longitud y la anchura son los tamaños del rectángulo con la mayor relación longitud/anchura, en el que se puede inscribir esta indicación.

25. En las superficies de sellado afinadas, se permiten indicaciones superiores a 1.0 mm en tamaño si la documentación de diseño lo requiere.

26. Las piezas fundidas, con porosidad de gas no se pueden corregir y se rechazan.

Inspección por ultrasonido

27. Las normas de evaluación de la calidad según los datos de inspección por ultrasonido de las piezas fundidas se muestran en la tabla No. 8.4 de este anexo.

Tabla No. 8.4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor de la pieza fundida, mm | Nivel de fijación, mm2 | Área equivalente máxima de una discontinuidad aislada, mm2 | Número de discontinuidades | | Distancia mínima entre discontinuidades aisladas, mm | |
| clase de pieza fundida | | | |
| 1, 2а | 2c, 3 | 1, 2а | 2c, 3 |
| Hasta 50.0 inclusive | 10 | 20 | 12 | 15 | 15 | 10 |
| Más de 50,0 hasta 100,0 inclusive | 15 | 30 | 12 | 15 | 25 | 15 |
| Más de 100,0 hasta 300,0 inclusive | 20 | 40 | 12 | 15 | 25 | 15 |
| Más de 300,0 | 30 | 50 | 12 | 15 | 25 | 15 |
| Nota. Las normas de evaluación de la calidad se presentan para el control con un reflector de fondo plano estándar. | | | | | | |

28. Las discontinuidades detectadas por ultrasonido que no requieren corrección serán las discontinuidades aisladas no extendidas, proyectadas a cualquier parte de la superficie de entrada del ultrasonido que mida 200.0 x 300.0 mm, siempre que su cantidad y área equivalente no sean superiores, y la distancia entre las discontinuidades no sea inferior a los valores indicados en la tabla No. 8.4 de este anexo. Para las menores superficies de entrada de ultrasonido, el número de discontinuidades se reducirá en relación a la superficie indicada en la tabla No. 8.4 de este anexo, en proporción a la relación entre la superficie de dicha área y el área de 200.0 x 300.0 mm.

29. En caso de que la comprobación ultrasónica detecte discontinuidades que superen las normas indicadas en la tabla No. 8.4 de este anexo, o de que el transductor recto detecte la atenuación de la señal del fondo hasta el nivel de fijación, la pieza fundida o la parte de la misma podrá ser sometida a la inspección radiográfica adicional.

Inspección radiográfica

30. Según los datos de la inspección radiográfica, se tienen en cuenta las discontinuidades con las dimensiones:

a) superiores a 1.0 mm, en las piezas fundidas con el espesor de pared hasta 50.0 mm inclusive;

b) el 2% del espesor de pared de la pieza, para las piezas fundidas con el espesor de pared superior a 50,0 mm.

31. Las normas de evaluación de la calidad de las piezas fundidas según los datos de inspección radiográfica se muestran en la tabla No. 8.5 de este anexo.

Tabla No. 8.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor de la pieza fundida, mm | Tipo de discontinuidad | Dimensiones de la sección de pieza fundida, mm | Dimensión máxima de discontinuidad en la imagen, mm | | | | Número de discontinuidades, ud., máx. | | | | Distancia mínima entre los bordes adyacentes de discontinuidades en la imagen, mm | | | |
| Clase de pieza fundida | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | | 3 | 1 | 2 | | 3 | 1 | 2 | | 3 |
| а | v | а | v | а | v |
| Hasta 25,0 inclusive | Cavidad de gas, inclusiones de arena y escoria | 130 x 180 | 4 | | 6 | | 6 | | 6 | | 15 | | 10 | |
| Porosidad por contracción | 0,2S + 5 | | 0,3S + 5 | | 1 | | 1 | | - | | - | |
| Más de 25,0 hasta 50,0 inclusive | Cavidad de gas, inclusiones de arena y escoria | 130 x 180 | 5 | | 6 | | 6 | | 8 | | 15 | | 10 | |
| Porosidad por contracción | 0,2S + 5 | | 0,3S + 5 | | 1 | | 1 | | - | | - | |
| Más de 50,0 hasta 100,0 inclusive | Cavidad de gas, inclusiones de arena y escoria | 130 x 180 | 6 | | 6 | | 8 | | 10 | | 25 | | 15 | |
| Porosidad por contracción | 0,2S + 5 | | 0,3S + 5 | | 1 | | 1 | | - | | - | |
| Más de 100,0 hasta 300,0 inclusive | Cavidad de gas, inclusiones de arena y escoria | 180 x 280 | 6 | | 6 | | 10 | | 12 | | 25 | | 15 | |
| Porosidad por contracción | 0,1S + 5 | | 0,1S + 25 | | 1 | | 1 | | - | | - | |
| Más de 300,0 | Cavidad de gas, inclusiones de arena y escoria | 180 x 280 | 0,025S | | 0,025S | | 10 | | 12 | | 25 | | 15 | |
| Porosidad por contracción | 0,1S + 15,  pero no más de 55 | | 0,1S + 25,  pero no más de 65 | | 1 | | 1 | | - | | - | |
| Notas.  1. S - espesor de la pieza fundida en el área de discontinuidad.  2. Una acumulación de cavidades de gas o de inclusiones de arena y escoria con dimensiones inferiores a las indicadas en la tabla puede considerarse como una discontinuidad aislada. La dimensión lineal máxima de la acumulación no debe exceder los valores indicados en la tabla. Dentro de la acumulación, se ignorarán las distancias entre las discontinuidades, y la dimensión lineal de la acumulación se define como la mayor distancia entre los bordes de las discontinuidades más lejanas dentro de la acumulación. | | | | | | | | | | | | | | |

32. Las normas de evaluación de la calidad según los datos de Inspección radiográfica de las piezas fundidas con la escoria conductora se muestran en la tabla No. 8.6 de este anexo.

Tabla No. 8.6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Espesor de la pieza fundida,  mm | Dimensiones de la sección de pieza fundida,  mm | Dimensión máxima de discontinuidad en la imagen,  mm | Número de discontinuidades,  un. | Distancia mínima entre los bordes adyacentes de discontinuidades en la imagen,  mm |
| Hasta 25,0 inclusive | 130 x 180 | 3 | 8 | 15 |
| Más de 25,0 hasta 50,0 inclusive | 130 x 180 | 4 | 8 | 15 |
| Más de 50,0 hasta 100,0 inclusive | 130 x 180 | 5 | 11 | 25 |
| Más de 100,0 hasta 300,0 inclusive | 180 x 280 | 5 | 14 | 25 |
| Más de 300,0 | 180 x 280 | 6 | 14 | 25 |

33. No se permiten discontinuidades con dimensiones y en números que superen los valores indicados en las tablas No. 8.5 y 8.6 de este anexo.

34. En la interpretación de las imágenes radiográficas, no se tienen en cuenta las discontinuidades superficiales visibles que están admisibles sin corrección, así como irregularidades superficiales asociadas con la corrección de discontinuidades o el alisado de la superficie.

35. Si en una sola imagen radiográfica aparecen discontinuidades como cavidades de gas, inclusiones de arena y escoria, se permitirán sin corrección las discontinuidades de un solo tipo que no excedan las normas especificadas en la tabla No. 8.5 de este anexo. El número de discontinuidades de otros tipos debe ser inferior a la mitad de las normas especificadas en la tabla No. 8.5 de este anexo y la distancia mínima entre ellas debe corresponder a los valores indicados en la tabla No. 8.5 de este anexo.

36. Si en una sola imagen radiográfica aparecen cavidades de gas, inclusiones de arena y escoria y porosidad por contracción, la porosidad se permitirá sin corrección, siempre y cuando corresponda a las normas especificadas en la tabla No. 8.5 de este anexo. El número total de cavidades de gas, inclusiones de arena y escoria debe ser inferior a la mitad de los valores normativos, y la distancia mínima entre ellos será debe corresponder a los valores especificados en la tabla No. 8.5 de este anexo.

37. En ninguna parte de una pieza fundida con dimensiones de 130.0 x 180.0 mm, para las piezas con espesores de hasta 100.0 mm, y con dimensiones de 180.0 x 280.0 mm, para piezas con espesores superiores a 100.0 mm, no se permiten discontinuidades que excedan los valores especificados en las tablas No. 8.5 y 8.6 de este anexo.

En las piezas fundidas con dimensiones inferiores a 130.0 x 180.0 mm o 180.0 x 280.0 mm, el número de discontinuidades admisibles sin corrección se reducirá proporcionalmente en relación con las dimensiones de la sección de la pieza especificadas en las tablas No. 8.5 a 8.6 de este anexo.

39. Después de la inspección por ultrasonido, que ha detectado discontinuidades en algunas zonas de la pieza fundida, debe realizarse una inspección radiográfica en las zonas de la pieza con discontinuidades fuera de la zona de radiografía, hasta que las discontinuidades se detecten por completo.

40. Las grietas de cualquier tipo que se encuentren en la pieza fundida inspeccionada deben ser eliminadas y corregidas mediante soldadura.

Ensayo destructivo

En el caso de ensayo destructivo, se realizarán pruebas mecánicas y control de la composición química del metal de las piezas fundidas.

En aceros austeníticos y aceros de alto cromo debe realizarse el control de las propiedades corrosivas.

En los aceros austeníticos debe controlarse la fase ferrítica.

42. El procedimiento, el alcance y los métodos de ensayo destructivo y los puntos de corte de las muestras deben establecerse en el diseño y en la documentación tecnológica.

43. Los tipos y la cantidad de muestras se establecen por el diseño y en la documentación tecnológica, teniendo en cuenta los requisitos de los documentos sobre la unificación de los correspondientes productos semiacabados.

44. El esquema de muestreo para la determinación de las propiedades mecánicas del metal de las piezas fundidas se prepara por el fabricante y se incluye en la documentación tecnológica.

Control de la composición química de metal de las piezas fundidas

45. La composición química del metal de las piezas fundidas debe realizarse en las muestras tomadas de cada hornada.

Las muestras para determinar la composición química del metal de las piezas fundidas con la escoria conductora se tomarán de un suplemento especial para las muestras. Para las piezas fundidas con la escoria conductora de las clases 2 y 3, las muestras se tomarán de las creces para mecanizado, a una mínima profundidad de 3,0 mm de la superficie de la pieza.

46. La composición química del metal de las piezas fundidas con la escoria conductora debe comprobarse para las piezas:

a) de clase 1 - en cada pieza;

b) de clase 2 - en dos piezas de cada lote;

c) de clase 3 - en una pieza de cada lote.

47. La composición química del material de la pieza fundida se determinará según los requisitos de los documentos de unificación en la Lista consolidada.

Control de las propiedades mecánicas del metal

48. Las propiedades mecánicas del metal se determinan en muestras tomadas después del tratamiento térmico final, empleando el método de corte mecánico o anódico-mecánico.

49. El procedimiento de extracción de las muestras para el control de las propiedades mecánicas de metal de las piezas fundidas, con excepción de las piezas fundidas con escoria conductora, se presenta en las tablas No. 8.7 de este anexo.

Tabla No. 8.7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Clase de acero | Clase de pieza fundida | Espesor de la pieza fundida S, mm | Extracción de las muestras de las piezas |
| Acero alto cromo y austenítico | todos | cualquiera | De la muestra o de una muestra fundida suplementaria |
| Perlítico | 3 | De la muestra |
| 1; 2 | hasta 50,0 |
| 1; 2 | más de 50,0 | De un suplemento especial en la pieza fundida, o de una muestra fundida suplementaria. |

50. Las muestras de aceros austeníticos y de alto cromo fundidas adicionalmente deben tener una sección transversal de S x S, donde S es el espesor la pieza fundida en el estado de tratamiento térmico, la cual determina la selección del material. El espesor determinativo será indicado por la empresa de diseño en el dibujo de la pieza fundida. En el caso de los aceros perlíticos, la dimensión lateral de la muestra no debe ser inferior al espesor de pared calculado, y la dimensión de otros dos lados no debe ser inferior al triple espesor de la pared.

51. Las muestras fundidas por separado deben ser de la misma hornada, fabricadas de la misma manera y tratadas térmicamente en la misma jaula y bajo el mismo régimen que las piezas fundidas sujetas a inspección.

52. Las probetas para la determinación de las propiedades mecánicas cortadas de un suplemento especial en la pieza fundida tratada térmicamente, deben ser extraías de modo que los ejes longitudinales de las muestras estén a una distancia igual a 1/4 del espesor de la pared desde cualquier punto de la superficie del suplemento, y el centro de las muestras (el centro de la longitud) esté situado a una distancia no inferior al espesor de la pared desde la superficie frontal del suplemento.

53. Las probetas para la determinación de las propiedades mecánicas del metal fabricadas de una muestra fundida adicionalmente y sujeta a tratamiento térmico, de 3S x 3S x S en tamaño, deben ser fabricadas de modo que que los ejes longitudinales de las probetas estén a una distancia de 1/4 del espesor de la pared de la superficie de la muestra y los centros de las probetas (el centro de la longitud) esté a una distancia no inferior al espesor de la pared del extremo más cercano de la muestra.

54. Las posiciones de las probetas extraídas de una muestra fundida adicionalmente con las dimensiones de S x S no están reglamentadas.

55. Las probetas para la determinación de las propiedades mecánicas de metal de las piezas fundidas con escoria conductora de todas las clases de acero deben ser extraídas de un suplemento especial según el párrafo 53 de este anexo. El suplemento para la extracción de las probetas debe ser especificado en la documentación de diseño.

56. La extracción de las probetas de acero perlítico fundido con escoria conductora con espesor de pared S superior a 50.0 mm se realizará en conformidad con los requisitos de los párrafos 57 a 59 de este anexo.

La posición de las probetas no está reglamentada para las piezas fundidas de con escoria conductora de acero austenítico, así como de acero al carbono, acero al silicio-manganeso y acero de alto cromo.

57. Los ensayos de propiedades mecánicas se realizarán con las probetas de las muestras fundidas por separado de las dimensiones 3S x 3S x S (o de la sección transversal S x S - para el control de cada hornada; con las probetas fabricadas de un suplemento especial en la pieza fundida y de una muestra añadida con las dimensiones 3S x 3S x S - para el control de cada pieza fundida; con probetas fabricadas de un suplemento especial de las piezas fundidas con escoria conductora - en la cantidad especificada en el párrafo 49 de este anexo para la verificación de la composición química del metal.

58. Las pruebas de tracción de las piezas fundidas a temperatura normal se realizarán en conformidad con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

59. Las pruebas de tracción de las piezas fundidas que se utilicen a temperaturas superiores a 100°C se realizarán en conformidad con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

60. Si la temperatura de funcionamiento de la pieza fundida especificada en la documentación de diseño no coincide con la temperatura de ensayo especificada en los documentos de unificación, la prueba de tracción de las probetas se realizará a la temperatura elevada más cercana entre los valores especificados en los documentos de unificación incluidos en la Lista consolidada.

61. Los ensayos de impacto se realizarán en conformidad con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada.

62. Tras el tratamiento térmico final, la dureza de las piezas fundidas se determinará mediante el método de Brinell en conformidad con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada. No se determina la dureza de las piezas fundidas de acero austenítico.

63. El control de dureza debe realizarse en las superficies de las piezas fundidas previamente pulidas para limpiarlas de incrustaciones y capas descarburizadas.

Control de las propiedades corrosivas de los aceros austeníticos y de los aceros de alto cromo

64. Los aceros austeníticos deben someterse a ensayos de resistencia a la corrosión intergranular, mientras que los aceros de alto cromo deben someterse a los ensayos de velocidad de corrosión.

65. Las propiedades corrosivas de metal se determinarán usando las probetas extraídas en conformidad con los requisitos de la tabla No. 8.7 de este anexo; en el caso de las piezas fundidas con escoria conductora las pruebas se realizarán en conformidad con el párrafo 61 de este anexo. La posición de las probetas extraídas de la muestra en las creces no está reglamentada.

66. Las pruebas de resistencia a la corrosión intergranular deben realizarse de acuerdo con los requisitos de las normas GOST 6032-2017.

67. Si las piezas fundidas de aceros austeníticos y aceros de alto cromo se someten a tratamiento térmico adicional después de la soldadura, las piezas de las que se extraen las probetas se someterán al mismo tratamiento térmico bajo el mismo régimen antes de las pruebas de resistencia a la corrosión intergranular y antes de determinación del índice de la velocidad de corrosión.

Control de la fase ferrítica en los aceros austeníticos

68. El contenido de la fase ferrítica se determinará en conformidad con los requisitos del documento de unificación incluido en la Lista consolidada, al menos en dos probetas de cada masa hornada o en una pieza fundida con escoria conductora de cada lote.

69. Las muestras para la determinación de contenido de la fase ferrítica de metal en las piezas fundidas con escoria conductora deberán extraerse del suplemento para las muestras antes del tratamiento térmico de las piezas.

70. La extracción de las muestras debe realizarse después del tratamiento térmico, seguida de la refundición de arco en argón en una caja de moldeo de cobre.

Normas de evaluación de la calidad por los resultados del control destructivo

Composición química

71. La composición química del material de las piezas fundidas debe cumplir con los requisitos de los documentos de unificación incluidos en la Lista consolidada.

Propiedades mecánicas del metal

72. Las propiedades mecánicas de metal de las piezas fundidas deben cumplir con los requisitos de la documentación de diseño y de los documentos de unificación.

73. En caso de resultados insatisfactorios de los ensayos de propiedades mecánicas, se vuelve a probar el doble del número de probetas del tipo que demostró los resultados insatisfactorios. Si al menos una probeta demuestra resultados insatisfactorios en la segunda prueba, las piezas fundidas juntas con las barras de muestra fundidas por separado y las plantillas para extracción de las probetas se someten a re-tratamiento térmico. Las plantillas para la extracción de probetas, junto con el buffer térmico, así como las barras fundidas suplementarias, son soldadas por puntos a las piezas fundidas en el mismo sitio donde se encontraban antes de haber sido cortadas.

74. Para las piezas fundidas con escoria conductora, cada pieza de lote se somete a las pruebas de propiedades mecánicas.

Después de re-tratamiento térmico o de revenido, se controlarán todas las propiedades mecánicas. En caso de resultados insatisfactorios de las pruebas después de re-tratamiento térmico, se considerará que las piezas fundidas no cumplen con los requisitos de estas Reglas.

76. Se permite el máximo de 3 tratamientos térmicos completos. El número de tratamientos de revenido no está limitado.

77. Las pruebas se considerarán inválidas si los resultados no cumplen con los requisitos de estas Reglas debido a:

a) instalación incorrecta de la probeta en las empuñaduras o violación de la velocidad de aumento de carga establecida;

b) presencia de un defecto de fundición o de fabricación de la probeta;

c) falla de la probeta fuera de su longitud de diseño; en tales casos, las pruebas se repiten en nuevas probetas tomadas en la misma cantidad.

78. La dureza de las piezas fundidas de acero del grado correspondiente debe cumplir con los requisitos de los documentos de unificación incluidos en la Lista consolidada o con la documentación de diseño.

79. Si la medición de la dureza produce resultados insatisfactorios, la prueba se repite con el doble número de mediciones.

Propiedades corrosivas de los aceros austeníticos

80. Si en una probeta se detecta la susceptibilidad a la corrosión intergranular, la prueba se repite con el doble número de probetas.

81. Si al menos una probeta demuestra resultados insatisfactorios en la segunda prueba, las piezas fundidas junto con la muestra para extracción de probetas se vuelven a someter al tratamiento térmico, luego se repiten los ensayos de resistencia a la corrosión intergranular, con la determinación obligatoria de las propiedades mecánicas. Se permite el máximo de 3 repiticiones de tratamiento térmico.

82. Si después del tercer tratamiento térmico el acero sigue susceptible a la corrosión intergranular, se prohibe el uso de las piezas fundidas de esa hornada.

Contenido de la fase ferrítica

83. El contenido de la fase ferrítica en los aceros austeníticos debe cumplir con los requisitos de los documentos de unificación incluidos en la Lista consolidada.

Control y evaluación de calidad de los bordes de las piezas fundidas en las estructuras soldadas y fundidas.

84. Los bordes las piezas fundida que se van a soldar entre sí o con cualquier otra pieza, antes de soldar deben someterse al control visual en la zona de anchura L + 20 mm desde el extremo del borde (Fig. 8.1), lugares dudosos pasan una inspección con una lupa de 4x a 7x y se someten a un control radiográfico. El control debe realizarse a lo largo de todo el perímetro de los bordes a soldar.

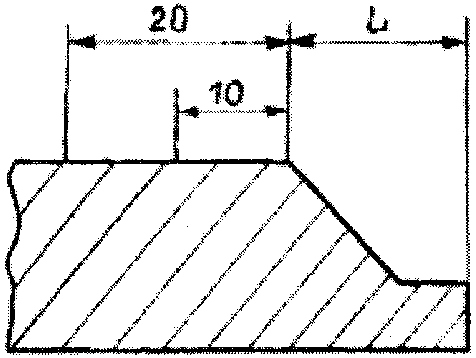


Figura 8.1. Borde de una pieza fundida

85. La inspección radiográfica se realizará después del mecanizado de acuerdo con los requisitos del párrafo 11 de este anexo o del alisado de la pieza fundida antes o después de cortar los bordes para soldar.

86. Las discontinuidades detectadas durante el control de bordes en la zona de L + 20 mm de ancho no deben superar los límites establecidos en el anexo No 4 a estas Reglas.

Control de corrección de defectos

87. Se corregirán las discontinuidades que no están admisibles en las piezas fundidas, en los bordes a soldar y en sus superficies según las normas establecidas en el párrafo 27 de este anexo.

Si la superficie total de las secciones del borde que necesitan reparación excede el 50% de la superficie total del borde, se permite depositar el revestimiento por todo el contorno del borde. Al mismo tiempo, el espesor del revestimiento no debe salir del área L + 20 mm indicada en la figura 8.1.

88. La corrección de defectos en las piezas fundidas y en los bordes de soldadura, dependiendo del grado del acero, debe realizarse de acuerdo con la documentación tecnológica del fabricante de las piezas fundidas.

89. La superficie de cada cavidad debe someterse a la inspección con líquidos penetrantes o por partículas magnéticas tras la reparación.

90. Si en la superficie de la pieza fundida después de la corrección de los defectos el tamaño de cada una de las concavidades no excede 10% del espesor de la pared en las piezas fundidas con un espesor de pared de 20,0 mm o 1,0 mm + 5 % del espesor de pared en las piezas fundidas con espesor de pared de más de 20,0 mm, los bordes de las concavidades deben ser alisados manteniendo una transición suave a la superficie de metal básico sin corrección posterior con soldadura.

91. En el caso de combinación de defectos en la superficie exterior e interior, la profundidad total de las cavidades no debe superar los valores especificados en el párrafo 93 de este anexo.

92. Los defectos se marcarán en las piezas fundidas y sus bordes soldados de manera que se conserven las marcas hasta que se corrija el defecto.

93. El peso del metal a eliminar en cada cavidad no debe superar el 5%, y el peso total del metal a eliminar para todas las cavidades no debe superar el 10 % del peso de la pieza fundida.

94. Después de soldar las cavidades, las piezas corregidas se someterán a tratamiento térmico siempre que dicho tratamiento se aplique a las juntas soldadas de acero de esta marca del mismo espesor.

95. El tratamiento térmico de las piezas fundidas después de soldar las cavidades deberá cumplir con los requisitos del documento de unificación de la pieza fundida incluido en la Lista consolidada o en la documentación de diseño.

96. La soldadura de las cavidades sin tratamiento térmico posterior de las piezas corregidas se realizará siempre que la profundidad máxima de las cavidades no supere el 20% del espesor de la pared - con un espesor de pared de hasta 125,0 mm o 25,0 mm - con un espesor de pared de más de 125,0 mm, y el área máxima de la cavidad en el plano no exceda 100,0 cm2.

97. Los tapones, el estampado, la impregnación y otros métodos de corrección no especificados en este anexo no deben ser utilizados para corregir defectos en las piezas fundidas y los bordes de soldadura. Los agujeros pasantes se corrigen mediante la instalación de insertos de acero del mismo grado y su soldadura (con penetración total de los bordes soldados) con tratamiento térmico posterior.

98. Las zonas de las piezas fundidas y sus bordes que hayan sido corregidos mediante soldadura se controlarán mediante todos los métodos que se utilizaban antes de la corrección. El control se realiza después del tratamiento térmico.

99. La evaluación de la calidad en los puntos corregidos por soldadura según los resultados del control debe realizarse:

а) para las piezas fundidas, con excepción de los bordes de soldadura - en conformidad con los requisitos de este anexo;

b) para los bordes de soldadura: según las normas indicadas en el anexo No 4 a estas Reglas.

100. La corrección de defectos en la misma área no se permite más de tres veces.