

KROMO/NIKEL-ALTZAIRU HERDOILGAITZAK

I. AZKUNE

Augarri fisiko eta mekanikoak

Korrosioaren kontrako errestentzia izateko adina kromoen edozein altzairuri deitzen io altzairu herdoilgaitz. Guenez behar duen kromo-kantitatea, $\%11$ edo $\%12$ inguru da. Altzairu herdoilgaitz austenitiko, aipatutako baldintzaz gain, edozein tenperatura-tara maiz funtsean austenitikoa izan da, elementu austenizatzaile-ditu. Normalean nikela izan i da elementu austenizatzaia.

Erabiltzen diren altzairu her

doilgatiz austenitiko forjatuak, "American Iron and Steel Institute" izeneko erakundeak sailkatuak ditu. I. taulan ikus daitezke altzairu horien konposaketak.

Altzairu herdoilgatiz austenitiko forkatuen motarik garrantzitsuenek dituzten ezauzarri fisiko eta mekanikoak, II. taulan aurki daitezke. Ezauzarri hauek, gehien bat erabiltzen diren egoerari dagozkio. 301 mota, hotzetan ijetzia erabili ohi da. Hotzetako deformazioz iragazkortasun magnetikoa hazi egiten dela kontutan harturik, 301 altzairu-mota, magnetikotzat jotzen da. Hauspeatze edo prezipitazioz gogortutako aleazio

I.TAULA: AISI altzairu herdoilgaitz austenitiko forjatuen mota eta konpos

Mota- -zenbakia	Karbonoa %	Kromoa %	Nikela* %	Beste elementuak (*) (+) %
201	0,15	16,0 - 18,0	3,5 - 5,5	N 0,25; Mn 5,50 - 7,5 ; P 0,06
202	0,15	17,0 - 19,0	4,0 - 6,0	N 0,25; Mn 7,50 -10,0 ; P 0,06
301	0,15	16,0 - 18,0	6,0 - 8,0	
302	0,15	17,0 - 19,0	8,0 -10,0	
302 B	0,15	17,0 - 19,0	8,0 -10,0	Si 2,0 - 3,0
303	0,15	17,0 - 19,0	8,0 -10,0	S 0,15 min ; P 0,2
303 Se	0,15	17,0 - 19,0	8,0 -10,0	Se 0,15 min
304	0,08	18,0 - 20,0	8,0 -12,0	
304 L	0,03	18,0 - 20,0	8,0 -12,0	
306	0,12	17,0 - 19,0	10,0 -13,0	
308	0,08	19,0 - 21,0	10,0 -12,0	
309	0,2	22,0 - 24,0	12,0 -15,0	
309 S	0,08	22,0 - 24,0	12,0 -15,0	
310	0,25	24,0 - 26,0	19,0 -22,0	Si 1,5
310 S	0,08	24,0 - 26,0	19,0 -22,0	Si 1,5
314	0,25	23,0 - 26,0	19,0 -22,0	Si 1,5 - 3,0
316	0,08	16,0 - 18,0	10,0 -14,0	Mo 2,0 - 3,0
316 L	0,03	16,0 - 18,0	10,0 -14,0	Mo 2,0 - 3,0
317	0,08	18,0 - 20,0	11,0 -15,0	Mo 3,0 - 4,0
321	0,08	17,0 - 19,0	9,0 -12,0	Ti 5xC min
347	0,08	17,0 - 19,0	9,0 -13,0	Nb + Ta 10xC min.

(*) Balio bakarra agertzen denean, portzentaia maximoa dela esan nahi du, besterik adierazten ez bada.

(+) Mn 2,0 max; Si 1,0 max; P 0,04 max; S 0,03 max., besterik adierazten ez bada. Gainontzekoa burdina da.

ere agertzen dira II.taulan,
 a hor datozen balioak tratamen
 i termikotan erabili ohi diren

baldintzei dagozkie.Gainontzeko
 aleazioak,suberaturik erabiltzen
 dira normalean.

II.TAULA: Altzairu herdoilqaitzeko xaflen ezaugarriak (*)

Aleazio- -mota AISI	Egoera	Pentsi- tatea	Magni- tikoa	Erresiaten- tzia elek- triko espe- zifikoa $\frac{\mu\Omega}{cm^2}$	Bero-ahal- men espe- zifikoa 0 - 100 cal/gr°C	Konduktibitate termikoa cal/cm°Cs		Zabaikuntza- -termikoaren basebeateko koefizientea		Rock- well gogortza suna	Trakzio- -erresis- tentzia Kg/mm ²	Z0,Oran erazio tikora- tzetan Kg/mm ²	Luzape- na 2 ha tzetan %	Neke-mu- ga kg/mm ²
						100°C	500°C	0 - 100°C	0 - 650°C					
201	Suberatua	7,8	Ez	69	0,121	0,032	---	15,6	---	B92	80,5	35	60	---
202	Suberatua	7,8	Ez	69	0,121	0,032	---	---	---	B90	70	35	60	---
301	Hotzetan lijetzia: erdi go- gorra	8,0	Bai	77	0,121	0,030	0,039	16,9	18,7	C32	135	77	15-18	---
302	Suberatua	8,0	Ez	72	0,121	0,032	0,043	17,3	18,7	R65	63	28	50	---
304	Suberatua	8,0	Ez	72	0,121	0,032	0,043	17,3	18,7	B80	59,5	24,5	55	24,6
304 L	Suberatua	8,0	Ez	72	0,121	0,032	0,043	17,3	18,7	---	---	---	---	---
309	Suberatua	8,0	Ez	78	0,121	0,028	0,037	14,9	18,0	R85	63	31,5	45	---
310	Suberatua	8,0	Ez	78	0,121	0,028	0,037	14,4	17,5	B85	66,5	31,5	45	---
316	Suberatua	8,0	Ez	74	0,121	0,032	0,043	16,0	18,5	B85	63	28	50	27,3
316 L	Suberatua	8,0	Ez	---	---	0,032	0,043	16,0	18,5	---	---	---	---	---
321	Suberatua	8,0	Ez	72	0,121	0,031	0,044	16,8	19,3	B80	63	24,5	50	---
347	Suberatua	8,0	Ez	73	0,121	0,031	0,044	16,8	19,1	B85	66,5	28	45	---

(*) Zumituz,xafila lodi,barra eta abarren ezaugarriak,era xafilarenak zertxobait desberdinak izan daitezke.

Temperatura handitan oxidazioaren aurka onak izan eta erresistentzia mekanikoa bikaina edukitzeagatik erabiltzen dira askotan altzairu herdoilgaitz austenitikoak. III. taulan, fluentzia geldia eta etendura-zamak datoz; 535° eta 870°C bitarteko temperaturei eta altzairu-mota desberdinei dagozkienak dira.

III. taulako balio hauek oinarritzko materialenak baldin badira ere, kalitate handiko lotura soldatutan aldaketak ez dira handiak, IV. taulan ikus daitekeenez.

erresilientzia temperatura baxutan

Zero azpitiko temperaturatan lan egiten duten makina eta ekipotan guztiz garrantzitsua da metalen erresilientzia. Altzairu herdoilgaitz austenitikoek talika-erresistentzia eta ebakidura-erresistentzia onak dituztenez, egokiak dira lan-mota honetan; temperatura baxutan alegia.

V. taulan, altzairu herdoilgaitz austenitikoetako elektrodo estaliz ezarritako soldadura-kordoen erresilientzi balioak datoz; elektrodo-mota desberdinei dagozkienak, noski. Soldadura-metalak, "delta" ferrita zerbait izan ohi du.

Barne-tentsioak ezabatzeko tratamendu termikoaren bitartez (egonkortu edo estabilizatuz alegia), "delta" ferrita "sigma" ferrita bihurtzen da 650 - 925°C temperatura-bitartean. "Sigma" faseak normalean, loturaren zailtasuna jaitsi egiten du. 316 motako soldadura-metalaren balioek, garbi adierazten dute hori V. taulan

Entseiatan frogatzen denez ka bono-kantitatea % 0,03 baino gutxiago duten 18 - 8 kromo/nikel-altzairuek dituzte erresilientziarik onenak edozein tratamendu termikorekin ere bai.

Altzairu herdoilgaitzen trakzio-erresistentzia bestetik, hazi egiten da gehienetan, temperatura jaitsi ala.

ezaugarri metalurgikoak. elementu desberdinen eragina

Korrosio eta oxidazioaren kontrako erresistentzia handiagatila dira ezagunak altzairu austenitikoak. Altzairuari kromoa gehitzea zaiolako gertatzen da hori. Hemen adierazitako portzentaietan erantsiz gero (% 16 - 25), kromoak "alfa" burdinean disoluzio solidoa osatzen du. Loztzen den aleazioak, egitura ferritikoa du, osmagnetikoa.

III.TAULA: Altzairu herdoilgaitz austenitikoek ezauzgarriak
temperatura handitan

Tentsio-egoera	Temperatura °C	301	304	304L	309	310	316	316L	321	347
Tentsioa Kg/mm ² tan fluentzi biadura % 0,0001 orduko enean(% 1 10.000 ordutan)	538	---	12,32	8,75	11,13	12,60	16,96	---	12,81	13,72
	649	---	4,83	3,85	5,60	6,02	8,89	5,46	5,60	5,74
	760	---	1,68	1,61	1,68	1,54	3,15	1,75	1,63	1,75
	871	---	0,42	0,70	0,14	1,40	1,40	0,56	0,35	0,70
Tentsioa kg/mm ² tan fluentzi biadura % 0,00001 orduko enean(% 1 100.000 ordutan)	538	---	8,05	---	7,28	8,26	10,36	---	11,90	12,60
	649	---	2,87	---	3,01	4,06	4,62	---	---	4,27
	760	---	1,19	---	0,77	1,19	1,47	---	---	0,70
	871	---	0,63	---	0,14	0,28	0,63	---	---	---
Tentsioa kg/mm ² tan etendura 1.000 ordutan eginda	538	---	24,5	---	---	22,40	---	---	---	---
	649	14,7	10,08	---	14,-	9,59	17,29	---	12,25	12,25
	760	5,04	4,20	---	5,18	3,57	7,79	---	3,92	5,18
	871	---	1,89	---	1,96	1,68	2,80	---	2,10	---
Tentsioa kg/mm ² tan etendura 0.000 ordutan eginda	538	---	18,90	---	---	16,8	---	---	---	---
	649	---	6,79	---	10,50	5,95	12,74	---	6,86	7,70
	760	---	2,73	---	3,01	2,10	4,83	---	2,52	1,75
	871	---	1,33	---	1,19	0,91	1,26	---	---	---

IV.TAULA: Kromo/nikel-altzairu austenitikoek soldadura-kor-
doien etendura-erresistentziak

Etendura-erresistentziak 1.000 ordutan (Kg/mm ²)						
Temperatura °C	E 308	E 309	E 310	E 316	E 347	E 16 - 8 - 2
538	21	---	21,7	---	33,6	----
593	16,1	---	14,7	---	25,9	----
649	10,5	11,2	8,4	11,9	28,2	17,5
Etendura-erresistentzia 10.000 ordutan (Kg/mm ²)						
538	15,4	---	14,7	----	28	----
593	11,2	---	9,8	----	20,3	----
649	7,	---	5,6	7	13,3	13,3

V. TAULA: Altzairu herdoilgaitz austenitikoeko soldadura-metal desberdinen erresilientzia zenbait tenperaturatan.

Xafla-mota	Elektrodo-mota	Tratamendu termikoa(*)	Ferrita(+) %	Tenperatura °C		
				giroarena	-76	-196
304	308	Soldaketa hutsez Suberatuta	---	5,5 6,4	3,9 5,1	3,2 5,2
310	310	Soldaketa hutsez Suberatuta	---	6,7 5,5	5,1 4,8	4,1 3,3
316	316	Soldaketa hutsez Barne-tentsioak ahuldura Egonkortuta Suberatuta	0,5 --- ---	5,3 5,5 4,9	4,5 4,4 3,6	3,1 2,3 2,2
316	316	Soldaketa hutsez Barne-tentsioak ahuldura Egonkortuta	8,0 --- ---	5,8 4,5 1,9	5,0 2,9 1,2	3,8 3,2 1,3
317	317	Soldaketa hutsez Suberatuta	---	6,3	5,7	4,4
321	347	Soldaketa hutsez Suberatuta	2,0 ---	3,7 3,6	2,8 2,8	1,8 2,5
347	347	Soldaketa hutsez Suberatuta	3,5 ---	5,5 5,3	4,5 5,5	3,5 4,2
347	347	Soldaketa hutsez Barne-tentsioak ahuldura Egonkortuta Suberatuta	3,5 --- ---	5,2 4,4 3,5	4,3 2,6 2,9	3,3 1,8 2,4
347	347(-)	Soldaketa hutsez Suberatuta	---	4,6 5,2	3,6 4,0	3,5 3,8

(*) Tratamendu termikoa honela dira:

- Soldaketa hutsez
 - Barne-tentsioak ahultzea 649°C-tan eta 2 ordutan
 - Egonkortzea 843°C-tan eta 2 ordutan
 - Suberatzea 1.065°C-tan orduerdiz uretan tenplatuta
- (+) Ferrita-kantitatea, kontagailu magnetikoz ezagutu da.
 (-) Titanio oxidoz estalia. Gainontzeko elektrodoek estaldura basikoa zuten.

VI. TAULA: Kromo/nikel-altzairu austenitikoengan elementu desberdinen eragina

Elementua	Altzairu-mota	Eragina
Karbonoa	Mota guztiak	Altzairu herdoilgaitzari erresistentzia mekanikoa ematen dio. Korrosioaren kontrako erresistentziarentzat kaltegarri diren hauspekin edo prezipitatuak osaketa errazten du.
Kromoa	Mota guztiak	Ferritaren osaketa errazten du. Oxidazio eta korrosioaren kontrako erresistentzia hobetzen du.
Nikela	Mota guztiak	Austenitaren sortzeari laguntzen dio. Erresistentzia mekanikoa eta tenperatura handitako korrosioaren kontrako erresistentzia hobetzen du.
Nitrogenoa	Mota bereziak	Austenita-sortzaile guztiz indartsua. Nikela baino hogeitasei edo hogeitamar bider indartsuagoa.
Niobioa	347	Batik bat karbonoarekin konbinatzen da alearteko korrosiorako joerari eustearren. Ale-xehetzaile da. Ferritaren osaketa errazten du.
Manganesoa	Mota guztiak. 200 seriean eragin handia	Giro-tenperaturan edo antzekotan, austenitaren egonkortasuna errazten du. Tenperatura handitan ferrita sortera erazten du. MnS osatzen duenez, berotako hauskortasunaren inhibitzaile da.
Molibdenoa	316, 317	Tenperatura handitako erresistentzia mekanikoa hobetzen du. Giro erreduzitzailetan, korrosioaren kontrako erresistentzia hobetzen du. Ferritaren osaketarako ere erraztasunak eskaintzen ditu.
Fosforoa eta selenioa edo sufrea		Mekanizagarritasuna hobetzen dute, baina soldaketa burutzea zailagotzen. Normalean, korrosioaren kontrako erresistentzia zertxobait txikiagotzen dute.
Silizioa	302B, 314	Herdoil-geruza sortzea eragozten du. Ferritaren osaketa errazten du. Mota guztiei gehitzen zaizkie kantitate txikiak, desoxidatzaile delako.
Titanioa	321	Batik bat karbonoarekin konbinatzen da, alearteko korrosiorako joerari eustearren. Ale-xehetzailea. Ferritaren sorrera errazten du.

Burdina/kromo/karbono-aleazioari guztiz austenizatzaile den nikel elementua hemen adierazitako proportziotan gehitzen zaionean, egitura ferritiko magnetikoa desagertu eta edozein temperaturatan austenitiko den beste egitura bat sortzen da. Aleazio austenitiko hau, "gamma" burdinean dagoen kromo/nikel/karbono-disoluzio solidoa da eta ez da magnetikoa. Nikelak aleazio hauetan duen eraginik nabarmenena, austenita osatzeaz gainera, temperatura handitarako korrosioaren kontrako erresistentzia eta erresistentzia mekanikoa hobetzea da. Kromo, nikel eta burdinaz gainera (aleazio-elementu nagusiez gainera) altzairu herdoilgaitzek ezaugarritan eragina duten beste elementuak ere badituzte.

Manganeso, karbono eta nitrogenoak, nikelak austenitarengan duen eragin egonkortzailea indartu egiten dute. Molibdeno, niobio eta titanioak berriz, egituran "delta" ferritaren sorrera errazten dute, eta aldi berean, karburoak osatzen dituzte. Eragina, kromoarena bezalakoa da. Austenita eta ferrita-sortzaile diren elementuak, aleazio hauek beharreko lanek eskatzen dituzten baldintzetara orekatuak

daude. VI. taulan elementu desberdinen eraginak laburki adieraziak daude.

Silizio, elementu guztiz garrantzitsua da 310 eta 314 motako altzairu forjatutan. Silizioaren kantitatea igo ala, temperatura handitako oxidazioaren kontrako erresistentzia eta aleazio hauen karburazioa hobetzen dira. Silizio-kantitate handiagoekin, metal likidoaren jariakortasun edo fluidotasuna hobea da; moldagarriagoa beraz. Karburo/silizio erlazioa, aleazio erabat austenitikoetarako soldadura-metaletan garrantzitsua da; 310 eta 314 altzairutan adibidez. Elektrodo estaliak eta soldaketa-hagatxoak egiten dituztenek, silizio-kantitate handiko aleazio hauek soldatzeko badira, karbono-kantitate zorrotz kontrolatzen dute harikotasuna eta kalitatearen konbinazioari mailarik onenean eustearren.

ferrita eta "sigma" faseak

Forjatutako egoeran erabat austenitikoak diren aleaziotan, "delta" ferritazko taldeak agertzen dira matriz austenitikoan, moldeatuak ala soldatuak badaude. Soldadura-kordoiaren estrukturan ferrita egotea edo ez ego

tea, konposaketaren araberakoa da. Korrosioaren kontrako erresistentzia duten altzairu herdoilgaitz asko, austenita-faseko egonkortasunaren mugan daudenez gero, funtsezko konposaketa berdina duen soldadura-metala, erabat austenitikoa ala partez ferritikoa izango da, gelditzen den konposaketaren arabera.

Eratu austenitikoak diren soldadura-kordioek, batzutan pitzatzeko joera ere badute, berotako hauskortasuna dela eta. Askotan ordea, ferrita egoteak deusezten du joera hori. Elektrodogile askok, altzairu herdoilgaitz austenitikoazko elektrodoak egiten dituzte. Soldadura-kordioak ferrita pixka bat izan eta berotako hauskortasuna txikiagoa izan dezan. Beraz, araututako maila austenitiko askotako soldadura-kordioak ferrita izan dezake, nahiz eta konposaketa berdineko oinarritzko metalak izan ez. Ferrita magnetikoa denez gero, metal austenitikoan dauden ala ez, imanez egiazta daiteke. Soldadurari geroztik eragiten zaizkion tratamendu termikoek, ferrita-kantitatea jaitsi ala desagertaraz dezakete

Normalean austenita, ferrita eta karburoak altzairu herdoilgaitz austenitikotan egoten direnez gero, kromo eta burdinaren arteko "sigma fase" izeneko konposatua sortu ohi da. Fase hau, aleazioen elementu-kantitatearen arabera 650°tik 925°C-tara denbora luzez edukita, ferritaren transformazioari esker sortzen da. Erabat austenitikoak diren altzairutan ere ager daiteke. 302 eta 304 motetan (18/8ko konposaketetan ez da "sigma fase"rik aurkitu, nahiz eta ferrita egon. Bai ordea, titanio, niobio, molibdeno, silizio edo kromo-kantitate handia zuten altzairutan. "Sigma" faseagatik, korrosioaren kontrako erresistentzia jaitsi egin daiteke, baina normalean, harikortasuna eta erresiliencia ahultzen dira. "Sigma" fasea sortzeko tenperatura handitan luze egon behar baldin bada ere, batzutan soldadura hutsez ezarritako metaletan aurkitu izan da.

Gehienetan "sigma" fasea egotea kaltegarri denez gero, egonkortasun-tenperatura maximoaz gainetik berotuta austenitan disolbatzen dela eta "delta" ferrita bihurtzen dela jakitea komenigarri da.

karburoen hauspeatzea edo prezipitazioa

Ezaugarri mekanikoei dagokienez, altzairu herdoilgaitz austenitikotan, soldadura egokiak egin daitezke. Baina zenbait egoeratan, alearteko korrosioa agertzen dute altzairu hauek. 425 eta 870°C bitarteko tenperaturara berotuz gero, edo bitarte horretan poliki hoztuz gero, disoluzio solidotik karbonoa hauspeatu egiten da; alearen ingurutara batik bat. Gero, alearteko loturak osatzen dira kromoaren bitartez, kromo karburoak sortuz. Kromo gutxiagorekin gelditutako alderdiek, korrosioaren kontrako erresistentzia txikiagoa dutela pentsatzen da. Korrosio-egoera batzutan, alearteko leku jakin batzutan agertzen da erasoak. Erasoaren arrastoa, denbora, tenperatura, konposaketa eta aurrez altzairuari emandako tratamenduaren arabera dira.

Soldadura-kordoirainoko distantzia handitu ala, tenperatura jaitsi egiten da. Oinarritzko metalarenera iritxi arte. Tenperatura desberdineko alderdien artean, oinarritzko metalezko zerrenda hestua edo lehendik ezarritako kordoa egongo da, alearteko karburoak hauspeatzeko moduan. Hauspea-

tzen den kantitatea, aleazioko karbono-kantitatearen arabera da.

18/8 motako altzairuek, edozein egoeratan daudela ere, gehienez %0,2 karbono-izango dute disoluzio solidoan. Karbono-kantitatea %0,08 inguru denean, hauspea daitekeen karbonoa poliki poliki hazi egiten da. Askotan, horrek ez dakarkio kalterik korrosioaren kontrako erresistentziari. Karbono-kantitate handiagotan karburoen hauspeatzea asko ugaltzen da.

pitzadurak tentsiopeko korrosio-gatik

Altzairu herdoilgaitz austenitikoak korrosio-giro jakin batetan eta aldi berean tentsiopean daudenean, pitzadurak ager daitezke.

Halogenoen taldeko ioiei zor zaie pitzadura hauen sortzea. Kloruro ioia da halogenotan eragirik handiena duena. Altzairu herdoilgaitzen pitzaduraren kontrako erresistentzia (korrosio-giroan eta tentsiopean) ezagutzeko ondoko entseiu hau egin ohi da: magnesio kloruroa %42 duen disoluzioa irakiten ipini eta bertan probeta sartzea.

ARTIKULUAREN HIZTEGIA

altzairu herdoilgaitz austenitiko = acero inoxidable austenitico
bero-ahalmen espezifiko = calor específico
ebakidura-erresistentzia = resistencia a cortadura o cizallamiento
egonkortzaile = estabilizador
egonkortze = estabilizado(tratamiento térmico)
elastikotasun-muga = limite elástico
estaldura = revestimiento
etendura-erresistentzia = resistencia a la rotura
etendura-zama = carga de rotura
fluentzia geldi = fluencia lenta
geruza = capa,costra
harikortasun = ductilidad
hauskortasun = fragilidad
hauspeakin = precipitado(química)
hauspeatze = precipitación (química)
hotzetan 1jetzi = laminado en frio
iragazkortasun magnetiko = permeabilidad magnética
jariokortasun = fluidez
kontagailu = contador
krono/nikel-altzairu = acero al cromo niquel
mekanizagarritasun = maquinabilidad
moldagarritasun = moldabilidad
neke-muga = limite de fatiga
soldaketa-hagatxo = varilla de soldadura
şuberaketa = recocido (tratamiento térmico)
talka-erresistentzia = resistencia al choque
zabalkuntza termiko = dilatación térmica
zailtasun = tenacidad
zumitz = fleje