

## 2.8. Hegesztőanyagok hőálló acélokhoz

### ◆ ÁTTEKINTÉS

Ez a fejezet a hőálló acélokhoz szükséges hegesztőanyagok adatlapjait tartalmazza.

Hőálló acélokat 550 °C hőmérséklet fölött alkalmaznak. A reveállóság és az elegendő melegszilárdság mellett követelmény még a lehetőleg kis térfogatváltozás ismételt melegítés és lehűtés során, hogy az oxidrétegek ne szakadjanak fel. Ebből következik ellenállása különböző lágyítási, illetve kemenceatmoszférájával szemben.

A Cr, Si és Al ötvözőelemek okozzák a tömör és erősen tapadó oxidrétegek képzése által a reveállóságot. A Cr-Al ötvöztetésű acélok ferritesek, kevésbé jól hegeszthetők, de igen ellenállóak S-tartalmú gázokban. A Cr-Ni-Si ötvöztetésű acélok ausztenites szerkezetűek, jó ellenálló képességgel rendelkeznek a N-tartalmú felszínítőkemence atmoszférában, S-tartalmú gázokban viszont kb. 650 °C-on nikkellel együtt egy alacsony olvadáspontú eutektikumot képeznek.

Az ilyenfajta acéloknál ügyelni kell a ridegedési tartományra 400–500 °C (Cr-tartalomnál több mint 15%) és 950 °C felett (szemcsenövekedés) ferrites acéloknál és a szigma-fázis-kiválásra 650 és 800 °C között 20% fölötti Cr-tartalom esetén.

### ◆ TARTALOM

ÁTTEKINTÉS.....	296
ELEKTRÓDÁK.....	297
AWI PÁLCÁK.....	305
TÖMÖR HUZALELEKTRÓDÁK.....	311

## ♦ ÁTTEKINTÉS – SZABVÁNYBESOROLÁS

Böhler	EN/ENISO	AWS	
<b>Elektrodák</b>			
FOX FA	1600: E 25 4 B 2 2	–	E309-15 (mod.)
FOX FF	1600: E 22 12 B 2 2	A5.4–92:	E309-17 (mod.)
FOX FF-A	1600: E 22 12 R 3 2	A5.4–92:	E310-15 (mod.)
FOX FFB	1600: E 25 20 B 2 2	A5.4–92:	E310-16
FOX FFB-A	1600: E 25 20 R 3 2	A5.4–92:	
FOX CN 21/33 Mn	1600: E Z 21 33 B 4 2	–	
FOX CN 25/35 Nb	1600: E Z 25 35 Nb B 6 2	–	
FOX CN 35/45 Nb	1600: E Z 35 45 Nb B 6 2	–	

**AWI pálcák**

FA-IG	12072: W 25 4	–	ER309 (mod.)
FF-IG	12072: W 22 12	A5.9–93:	ER310 (mod.)
FFB-IG	12072: W 25 20 Mn	A5.9–93:	
CN 21/33 Mn-IG	12072: W Z21 33 Nb	–	
CN 25/35 Nb-IG	12072: W Z25 35 Nb	–	
CN 35/45 Nb-IG	12072: W Z35 45 Nb	–	

**Tömör huzalelektrodák**

FA-IG	12072: G 25 4	–	ER309 (mod.)
FF-IG	12072: G 22 12 H	A5.9–93:	ER310 (mod.)
FFB-IG	12072: G 25 20 Mn	A5.9–93:	
CN 21/33 Mn-IG	12072: G Z21 33 Nb	–	
CN 25/35 Nb-IG	12072: G Z25 35 Nb	–	
CN 35/45 Nb-IG	12072: G Z35 45 Nb	–	

## ♦ ÁTTEKINTÉS – VEGYI ÖSSZETÉTEL

Böhler	C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	Ti
<b>Elektrodák</b>							
FOX FA	0,1	0,5	1,2	25,0	5,4		
FOX FF	0,1	1,0	1,1	22,0	12,0		
FOX FF-A	0,1	0,8	0,9	22,5	12,5		
FOX FFB	0,12	0,6	3,2	25,0	20,5		
FOX FFB-A	0,12	0,5	2,2	26,0	21,0		
FOX CN 21/33 Mn	0,14	0,3	4,5	21,0	33,0	1,3	
FOX CN 25/35 Nb	0,4	1,0	1,5	25,0	35,0	1,2	
FOX CN 35/45 Nb	0,45	1,0	0,8	35,0	45,5	0,9	

**AWI pálcák**

FA-IG	0,07	0,8	1,2	25,7	4,5		
FF-IG	0,1	1,1	1,6	22,5	11,5		
FFB-IG	0,13	0,9	3,2	24,6	20,5		
CN 21/33 Mn-IG	0,12	0,2	4,8	21,8	32,5	1,2	
CN 25/35 Nb-IG	0,42	1,2	1,8	26,0	35,0	1,3	
CN 35/45 Nb-IG	0,42	1,5	1,0	35,0	45,5	0,9	

**Tömör huzalelektrodák**

FA-IG	0,07	0,8	1,2	25,7	4,5		
FF-IG	0,1	1,1	1,6	22,5	12,5		
FFB-IG	0,13	0,9	3,2	24,6	20,5		
CN 21/33 Mn-IG	0,12	0,2	4,8	21,8	32,5	1,2	
CN 25/35 Nb-IG	0,42	1,2	1,8	26,0	35,0	1,3	
CN 35/45 Nb-IG	0,42	1,5	1,0	35,0	45,5	0,9	

**Jellemzők**

Maghuzal-ötvözésű, bázikus bevonatú elektroda hőálló acélokhoz. Tüzelőberendezésekhez növelt ellenálló képességgel redukáló, oxidáló és kéntartalmú gázokkal szemben, valamint hegesztési kötések fedőrétegeként hőálló, ferrites Cr-Si-Al acélokon. Reveállo +1100 °C-ig.

**Vegyő összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni
%	0,10	0,5	1,2	25,0	5,4

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	<b>520</b>	( $\geq 490$ )
Szakítószilárdság ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	<b>680</b>	( $\geq 640$ )
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ), %]	:	<b>22</b>	( $\geq 15$ )
Útómunka (ISO-V KV J) +20 °C:	:	<b>45</b>	( $\geq 30$ )

\*  $u$  – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:

–

Elektrodajelölés:

**FOX FA E 25 4 B**

Ø (mm)

2,5

3,2

4,0

H (mm)

300

350

350

Áramerősség (A)

50–75

80–105

100–130



Előmelegítés és a közbeni hőmérséklet +200 és +400 °C között, a felhasznált alapanyagtól és anyagvastagságtól függően.

**Alapanyagok**

Ferrites-auszténites

1.4821 X20CrNiSi 25 4, 1.4823 G-X40CrNiSi 27 4

Ferrites-perlites

1.4713 X10CrAl 7, 1.4724 X10CrAl 13, 1.4742 X10CrAl 18, 1.4762 X10CrAl 25, 1.4710 X30 CrSi 6, 1.4740 G-X40CrSi 17

AISI 327, ASTM A297HC

**Engedélyek és tanúsítványok**

SEPROZ

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

AWI pálcá:

FA-IG

Tömör huzalelektroda:

FA-IG

EN 1600:1997:  
AWS A5.4-92:E 25 4 B 2 2  
E309-15 (mod.)**BÖHLER FOX FF**

Elektróda, erősen ötvözött, hőálló

**Jellemzők**

Maghuzal-ötvözésű, bázikus bevonatú elektróda azonos összetételű, hőálló hengerelt, kovacsolt és öntött acélokhoz, valamint hőálló ferrites Cr-Si-Al acélokhoz. Olyan kötéseknel, melyek redukáló kéntartalmú gázoknak vannak kitéve, a záróréteget FOX-FA elektródával kell hegeszteni, pl. lágyító- és edzőüzemek, gőzkazán-építés, kőolajipar, kerámiaipar. Reveáló +1000 °C-ig.

**Vegyí összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni
%	0,1	1,0	1,1	22,0	12,0

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_e$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	<b>440</b>	( $\geq 400$ )
Szakítószilárdság ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	<b>600</b>	( $\geq 500$ )
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ) %]	:	<b>35</b>	( $\geq 30$ )
Ütőmunka (ISO-V KV J) +20 °C:		<b>80</b>	( $\geq 47$ )

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:

Ø (mm)

H (mm)

Áramerősség (A)

–

2,5

300

50–75

Elektródajelölés:

3,2

350

80–100

**FOX FF E 22 12 B**

4,0

350

110–140



Előmelegítés és a közbeső hőmérséklet ferrites Cr-acéloknál 200–300 °C.

**Alapanyagok**

Ausztenites

1.4828 X15CrNiSi 20 12, 1.4826 G-X40CrNiSi 22 9, 1.4833 X7CrNi 23 14

Ferrites-perlites

1.4713 X10CrAl 7, 1.4724 X10CrAl 13, 1.4742 X10CrAl 18, 1.4710 X30CrSi 6, 1.4740 G-X40CrSi 17

AISI 305, ASTM A297HF

**Engedélyek és tanúsítványok**

TÜV-D (9090), TÜV-A (21), SEPROZ, CE

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**Elektróda:  
AWI pálca:FOX FF-A  
FF-IG

Tömör huzalelektróda:

FF-IG

EN 1600:1997:  
AWS A5.4-92:E 22 12 R 3 2  
E309-17**BÖHLER FOX FF-A**

Elektroda, erősen ötvözött, hőálló

**Jellemzők**

Maghuzal-ötvözésű, rutilbevonatú elektróda azonos összetételű, hőálló hengerelt, kovácsolt és öntött acélokhoz, valamint hőálló ferrites Cr-Si-Al acélokhoz, pl. lágyító- és edzőüzemek, gőzkazánépítés, kőolaj-, kerámiaipar. Olyan Cr-Si-Al acélok kötésénél, melyek kéntartalmú gázoknak vannak kitéve, a záróréteget FOX-FA elektródával kell hegeszteni. Revealáló +1000 °C-ig.

**Vegyi összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni
%	0,1	0,8	0,9	22,5	12,5

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	460	(≥350)
Szakítószilárdság ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	610	(≥550)
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ) %]	:	37	(≥30)
Útómunka (ISO-V KV J) +20 °C:	:	60	(≥47)

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:	Ø (mm)	H (mm)	Áramerősség (A)
120–200 °C, min. 2 óra	2,5	350	50–80
Elektrodajelölés:	3,2	350	80–110
<b>FOX FF-A E 22 12 R</b>	4,0	350	110–140



Előmelegítés és a közbelső hőmérséklet ferrites Cr-acéloknál 200–300 °C.

**Alapanyagok**

Ausztenites

1.4828 X15CrNiSi 20 12, 1.4826 G-X40CrNiSi 22 9, 1.4833 X7CrNi 23 14

Ferrites-perlites

1.4713 X10CrAl 7, 1.4724 X10CrAl 13, 1.4742 X10CrAl 18, 1.4710 X30CrSi 6, 1.4740 G-X40CrSi 17

AISI 305, ASTM A297HF

**Engedélyek és tanúsítványok**

TÜV-D (9091), ABS (309-17), SEPROZ, CE

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

Elektroda:	FOX FF	Tömör huzalelektroda:	FF-IG
AWI pálcá:	FF-IG		

EN 1600:1997:  
AWS A5.4-92:E 25 20 B 2 2  
E310-15 (mod.)**BÖHLER FOX FFB**

Elektroda, erősen ötvözött, hőálló

**Jellemzők**

Maghuzal-ötvözésű, bázikus bevonatú elektróda azonos összetételű, hőálló hengerelt, kovacsolt és öntött acélokhoz, pl. lágyító- és edzőüzemek, gőzkazánépítés, kőolaj-, kerámiapár. Olyan hőálló Cr-Si-Al acélok hegesztett kötésénél, melyek kéntartalmú gázoknak vannak kitéve, a zárórteget FOX-FA elektródával kell hegeszteni. A rideggé válás veszélye miatt a +650 és 900 °C közötti hőmérsékletet kerülni kell. Reveálló +1200 °C-ig. Hidegszívós –196 °C-ig.

**Vegyí összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni
%	<b>0,12</b>	<b>0,6</b>	<b>3,2</b>	<b>25,0</b>	<b>20,5</b>

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_e$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	<b>420</b>	( $\geq 350$ )
Szakítószilárdság ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	:	<b>600</b>	( $\geq 560$ )
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ) %]	:	<b>36</b>	( $\geq 30$ )
Útómunka (ISO-V KV J) +20 °C:		<b>100</b>	( $\geq 47$ )
		-196 °C:	( $\geq 32$ )

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:	Ø (mm)	H (mm)	Áramerősség (A)
–	2,5	300	50–75
Elektrodajelölés:	3,2	350	80–110
<b>FOX FFB E 25 20 B</b>	4,0	350	110–140
	5,0	450	140–180



Előmelegítés és a közbenső hőmérséklet ferrites Cr-acéloknál 200–300 °C.

**Alapanyagok**

Ausztenites

1.4841 X15CrNiSi 25 20, 1.4845 X12CrNi 25 21, 1.4828 X15CrNiSi 20 12, 1.4840 G-X15CrNi 25 20, 1.4846 G-X40CrNi 25 21, 1.4826 G-X40CrNiSi 22 9

Ferrites-perlites

1.4713 X10CrAl 7, 1.4724 X10CrAl 13, 1.4742 X10CrAl 18, 1.4762 X10CrAl 25, 1.4710 X30CrSi 6, 1.4740 G-X40CrSi 17

AISI 305, 310, 314; ASTM A297HF; A297 HJ

**Engedélyek és tanúsítványok**

TÜV-D (0143), Statoil, SEPROZ, CE

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

Elektroda:	FOX FFB-A	Tömör huzalelektroda:	FFB-IG
AWI pálcá:	FFB-IG		

EN 1600:1997:  
AWS A5.4-92:E 25 20 R 3 2  
E310-16**BÖHLER FOX FFB-A**

Elektroda, erősen ötvözött, hőálló

**Jellemzők**

Maghuzal-ötvözésű, rutilbevonatú elektróda azonos összetételű, hőálló hengerelt acélokhoz, pl. lágyító- és edzőüzemek, gőzkazánépítés, kőolaj-, kerámiaipar. Olyan kötéseknel, melyek redukáló, kéntartalmú gázoknak vannak kitéve, a záróréteget FOX-FA elektródával kell hegeszteni. Vestag falú hegesztési konstrukciókhoz a bázikus FOX FFB elektródát kell előnyben részesíteni. Sima varratok és könnyű salakleválás.

Reveálló +1200 °C-ig. A rideggé válás veszélye miatt a +650 és 900 °C közötti hőmérsékletet kerülni kell.

**Vegyí összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni
%	0,12	0,5	2,2	26,0	21,0

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_{\sigma}$ , N/mm <sup>2</sup> )	: 430	<sup>*</sup> u	(≥350)
Szakítószilárdság ( $R_{m}$ , N/mm <sup>2</sup> )	: 620		(≥550)
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ) %]	: 35		(≥30)
Útómunka (ISO-V KV J) +20 °C:	75		(≥47)

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:	Ø (mm)	H (mm)	Áramerősség (A)
120–200 °C, min. 2 óra	2,0	300	40–60
Elektrodajelölés:	2,5	300	50–80
<b>FOX FFB-A 310-16 E 25 20 R</b>	3,2	350	80–110
	4,0	350	110–140



Előmelegítés és a közbelső hőmérséklet ferrites acéloknál 200–300 °C.

**Alapanyagok**

Auszténites

1.4841 X15CrNiSi 25 20, 1.4845 X12CrNi 25 21, 1.4828 X15CrNiSi 20 12, 1.4840 G-X15CrNi 25 20, 1.4846 G-X40CrNi 25 21, 1.4826 G-X40CrNiSi 22 9

Ferrites-perlites

1.4713 X10CrAl 7, 1.4724 X10CrAl 13, 1.4742 X10CrAl 18, 1.4762 X10CrAl 25, 1.4710 X30CrSi 6, 1.4740 G-X40CrSi 17

AISI 305, 310, 314; ASTM A297HF; A297 HJ

**Engedélyek és tanúsítványok**

Statoil, VUZ, SEPROZ

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

Elektroda:	FOX FFB	Tömör huzalelektroda:	FFB-IG
AWI pálcá:	FFB-IG		

**Jellemzők**

Bázikus bevonatú elektroda azonos és hasonló összetételű, hőálló acélok és acélöntvények kötő- és felrakó hegesztéséhez. Tipikus ötvözet kemencés centrifugális öntvénycsöveinek hegesztéséhez a petrokémiai iparban. A hegesztési varrat, függően az atmoszférától, +1050 °C-ig alkalmazható.

**Atmoszféra:**  
(°C)

levegő, illetve oxidáló füstgázok  
redukáló füstgázok

**Max. felhasználási hőmérséklet**

kénmentes	max. 2 g S/Nm <sup>3</sup>
1050	1000
1000	950

**Vegyí összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb
%	0,14	0,3	4,5	21,0	33,0	1,3

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_{\sigma}$ , N/mm <sup>2</sup> )	: $\geq 410$	* u
Szakítószilárdság ( $R_m$ , N/mm <sup>2</sup> )	: $\geq 600$	
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ), %]	: $\geq 25$	
Útómunka (ISO-V KV J)	: $\geq 70$	

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:  
**250–300 °C, min. 2 óra**  
Elektrodajelölés:  
**FOX CN 21/33 Mn**

**Ø (mm)**    **H (mm)**  
2,5        300  
3,2        350  
4,0        400

**Áramerősség (A)**  
50–75  
70–110  
90–140

**Alapanyagok**

1.4876 X10NiCrAlTi 32 20  
1.4859 GX10NiCrNb 32 20  
1.4958 X5NiCrAlTi 31 20  
1.4959 X8NiCrAlTi 32 21  
Alloy 800 H, UNS N08800, N08810, N08811

**Engedélyek és tanúsítványok**

TÜV-D (10514), CE

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

AWI pálcá: CN 21/33 Mn-IG  
Tömör huzalelektroda: CN 21/33 Mn-IG



**Jellemzők**

Bázikus bevonatú elektroda azonos és hasonló összetételű, fokozottan hőálló acélok és acélötvények kötő- és felrakó hegesztéséhez. Tipikus ötvözet kemencék centrifugális ötvénycsoveinek hegesztéséhez a petrokémiai iparban. A hegesztési varrat kénmentes és felszenítő atmoszférában +1050 °C-ig alkalmazható.

**Vegyí összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb
%	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>25,0</b>	<b>35,0</b>	<b>1,2</b>

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_{\sigma}$ N/mm <sup>2</sup> )	: $\geq 450$	* u
Szakítószilárdság ( $R_m$ N/mm <sup>2</sup> )	: $\geq 600$	
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ) %]	: $\geq 8$	

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:

**250–300 °C, min. 2 óra**

Elektrodajelölés:

**FOX CN 25/35 Nb**

Ø (mm)

2,5

3,2

4,0

H (mm)

300

350

400

Áramerősség (A)

50–75

70–120

100–140

**Alapanyagok**

1.4852 GX40NiCrSiNb 35 25

1.4857 GX40NiCrSi 35 25

**Engedélyek és tanúsítványok**

–

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

AWI pálcá: CN 25/35 Nb-IG

Tömör huzalelektroda: CN 25/35 Nb-IG

**Jellemzők**

Bázikus bevonatú elektróda azonos és hasonló összetételű, magas hőmérsékletű acélöntvény fajták kötő- és felrakó hegesztéséhez. Tipikus ötvözet kemencék centrifugális öntvénycsöveinek hegesztéséhez a petrokémiai iparban. A hegesztési varrat kénmentes és felszenítő atmoszférában +1180 °C-ig alkalmazható.

**Vegyí összetétel**

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb
%	<b>0,45</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>35,0</b>	<b>45,5</b>	<b>0,9</b>

**Hegesztési varrat mechanikai értékei**

Folyáshatár ( $R_{\sigma}$ N/mm <sup>2</sup> )	:	<sup>* u</sup> $\geq 450$
Szakítószilárdság ( $R_{\sigma T}$ N/mm <sup>2</sup> )	:	$\geq 600$
Nyúlás [ $A$ ( $L_0 = 5d_0$ ) %]	:	$\geq 8$

\* u – hőkezeletlen, hegesztett állapot

**Felhasználás**

Szárítás, ha szükséges:

**120–200 °C, min. 2–3 óra**

Elektrodajelölés:

**FOX CN 35/45 Nb**

$\varnothing$  (mm)

2,5

3,2

4,0

H (mm)

300

350

350

Áramerősség (A)

70–90

90–110

100–140

**Alapanyagok**

GX45NiCrNbSiTi 45 35

**Engedélyek és tanúsítványok**

–

**Azonos ötvözésű hegesztőanyagok**

AWI pálcá:	CN 35/45 Nb-IG
Tömör huzalelektroda:	CN 35/45 Nb-IG