

## ISIYA DAYANIKLI DÖKÜMLER

650 °C nin üzerinde aralıklı veya sürekli olarak kullanılan dökümler, ısıya dayanıklı olarak adlandırılırlar. Bu amaçla kullanılan alaşımlar demir - krom , demir - krom - nikel , demir - nikel - krom , nikel - bazlı ve kobalt - bazlı olarak guruplandırılır. Uygulamada ise aşağıdaki özellikler göz önünde bulundurulur .

- Yüksek sıcaklıklarda korozyon dayanımı .
- Çarpılma , çatlama ve ısıl yorulmaya direnç .
- Akma mukavemeti ( Plastik şekil değiştirmeye mukavemet )

Benzer alaşımların birçoğu korozif ortamlara dayanıklı olma özelliğiyle 650 °C 'nin altında kullanılabilirler. Bu amaçla kullanılan alaşımlar korozyona dayanıklı şekilde adlandırılırlar.

Tablo 1 : ACI ısıya dayanıklı döküm alaşımları kompozisyonları .

ACI designation	UNS number	ASTM specifications(a)	Composition(b), %			
			C	Cr	Ni	Si (max)
HA	...	A217	0.20 max	8 to 10	...	1.00
HC	J92605	A297, A608	0.50 max	26 to 30	4 max	2.00
HD	J93005	A297, A608	0.50 max	26 to 30	4 to 7	2.00
HE	J93403	A297, A608	0.20 to 0.50	26 to 30	8 to 11	2.00
HF	J92603	A297, A608	0.20 to 0.40	19 to 23	9 to 12	2.00
HH	J93503	A297, A608	0.20 to 0.50	24 to 28	11 to 14	2.00
HI	J94003	A297, A567, A608	0.20 to 0.50	26 to 30	14 to 18	2.00
HK	J94224	A297, A351, A567, A608	0.20 to 0.60	24 to 28	18 to 22	2.00
HL	J94604	A297, A608	0.20 to 0.60	28 to 32	18 to 22	2.00
HN	J94213	A297, A608	0.20 to 0.50	19 to 32	23 to 27	2.00
HP	...	A297	0.35 to 0.75	24 to 28	33 to 37	2.00
HP-50WZ(c)	...	...	0.45 to 0.55	24 to 28	33 to 37	2.50
HT	J94605	A297, A351, A567, A608	0.35 to 0.75	13 to 17	33 to 37	2.50
HU	...	A297, A608	0.35 to 0.75	17 to 21	37 to 41	2.50
HW	...	A297, A608	0.35 to 0.75	10 to 14	58 to 62	2.50
HX	...	A297, A608	0.35 to 0.75	15 to 19	64 to 68	2.50

(a) ASTM designations are same as ACI designations. (b) Rem Fe in all compositions. Manganese content: 0.35 to 0.65% for HA, 1% for HC, 1.5% for HD and 2% for the other alloys. Phosphorus and sulfur contents: 0.04% max for all but HP-50WZ. Molybdenum is intentionally added only to HA, which has 0.90 to 1.20% Mo; maximum for other alloys is set at 0.5% Mo. HI also contains 0.2% max N. (c) Also contains 4 to 6% W, 0.1 to 1.0% Zr, and 0.035% max S and P.

## GENEL ÖZELLİKLER

### Fe - Cr Alaşımları :

%10 - 30 Cr ve düşük nikelli veya nikelsiz olabilirler. Bu alaşımlar daha çok oksitlenmeye karşı faydalı olup yüksek sıcaklık mukavemetleri düşüktür. Bu alaşımların kullanımı, ortamın oksitleyici veya redükleyici olmasına göre düşük statik yüklerde ve düzgün ısıtma koşuluna bağlıdır .

### Fe - Cr - Ni Alaşımları :

Cr % 13 ' den , Ni % 7 'den yüksektir . ( Her zaman Krom , Nikelden yüksektir . ) Bu östenitik alaşımlar aynen Fe - Cr alaşımlarının kullanıldığı ortamlarda kullanıldığı gibi yüksek mukavemet ve sünekliliği sayesinde daha yüksek yüklere ve makul sıcaklık değişmelerine karşı kullanılabilir .

### Fe - Ni - Cr Alaşımları :

Ni % 25 ' den , Cr % 10 ' dan yüksektir . ( Her zaman Nikel , Kromdan yüksektir ) Bu östenitik alaşımlar kükürt miktarı belli bir miktarın altında olan oksitleyici veya redükleyici atmosferlere dayanım amacı ile kullanılırlar . ( Örneğin hidrojen sülfid 0,05 % veya daha yüksek ise Fe - Cr - Ni alaşımları tavsiye edilir . )

Fe - Cr - Ni alaşımlarının tersine Fe - Ni - Cr alaşımları çabuk karburize olmaz kırılma geçirmez veya hidrojenli atmosferden hidrojen kapmazlar . Bu özellikler nikel miktarı ile birlikte artar ve karbürleyici veya nitrürleyici atmosferlerde dökümün ömrü nikelin muhteviyatı ile birlikte artar . Isıl işlem tablaları gibi sürekli ısınıp , soğutulan, sıcaklık dalgalanmaları fazla ve düzgün bir şekilde ısınmayan parçalarda östenitik Fe - Ni - Cr alaşımları yaygın olarak kullanılır . İlave olarak bu alaşımların karakteristik özellikleri elektrik rezistans ısıtma elemanı olarak kullanılmalarına müsaittir .

## Nikel - Bazlı Alaşımlar :

Yaklaşık % 50 Ni ve değişen miktarlarda Cr, Co ve refrakter metaller ihtiva ederler. Fakat çok az veya hiç Fe ihtiva etmezler, ayrıca alüminyum ve titan bulunabilir. İlk olarak Nikel - bazlı alaşımların yüksek kromlu olanları oksidasyon direnci için, yüksek molibdenli olanları ise kimyasal korozyon direnci için geliştirilmişlerdir. Kromu % 20 den düşük ve mukavemeti alüminyum ve titanyum ilavesi ile yükseltilmiş alaşımlar "super alloys" olarak tanımlanırlar. Nikel - bazlı ısıya dayanıklı çeliklerin yüksek sıcaklıktaki mukavemetleri diğer ısıya dayanıklı çelik türlerinden üstündür. Nikel-bazlı ısıya dayanıklı çelikler demir - bazlı olanlardan pahalı fakat kobalt - bazlı olanlardan ucuzdur.

## Kobalt - Bazlı Alaşımlar

% 50 veya daha fazla kobalt ve değişik miktarlarda krom ve refrakter metaller ihtiva ederler. Kobalt - bazlı alaşımlar 1940' larda turbo şarj uygulamaları için Vitallium' dan geliştirildi ve mevcut Fe - Ni - Cr alaşımları ile karşılaştırıldığında üstün yüksek sıcaklık mukavemetlerinden dolayı "super alloys" olarak tanımlanmıştır. Kısa süreli testlerde Nikel bazlı- alaşımlar kadar mukavemet göstermezler ancak yüksek sıcaklıklarda ve uzun süreli çalışmalarda Nikel - bazlı alaşımlarla boy ölçüşürler. Günümüzde daha çok, ısı işlem fırın parçaları ve türbin kanatçıkları olarak kullanım alanı bulmaktadırlar.

Tablo 2 : ACl ısıya dayanıklı döküm alaşımlarının tipik oda sıcaklığı özellikleri .

Alloy	Condition	Tensile strength		Yield strength		Elongation, %	Hardness, HB
		MPa	ksi	MPa	ksi		
HC	As cast. ....	760	110	515	75	19	223
	Aged(a) ....	790	115	550	80	18	...
HD	As cast. ....	585	85	330	48	16	90
	Aged(a) ....	655	95	310	45	20	200
HE	As cast. ....	620	90	380	55	10	270
	Aged(a) ....	635	92	310	45	38	165
HF	As cast. ....	690	100	345	50	25	190
	Aged(a) ....	585	85	345	50	25	185
HH, type 1	As cast. ....	595	86	380	55	11	200
	Aged(a) ....	550	80	275	40	15	180
HH, type 2	As cast. ....	635	92	310	45	8	200
	Aged(a) ....	550	80	310	45	12	180
HI	As cast. ....	620	90	450	65	6	200
	Aged(a) ....	515	75	345	50	17	170
HK	As cast. ....	585	85	345	50	10	190
	Aged(b) ....	565	82	360	52	19	192
HL	As cast. ....	470	68	260	38	13	160
HN	As cast. ....	490	71	275	40	11	170
HP	As cast. ....	485	70	275	40	10	180
HT	As cast. ....	515	75	310	45	5	200
	Aged(b) ....	485	70	275	40	9	170
HU	As cast. ....	505	73	295	43	5	190
	Aged(c) ....	470	68	250	36	4	185
HW	As cast. ....	580	84	360	52	4	205
	Aged(d) ....	450	65	250	36	9	176
HX	As cast. ....	505	73	305	44	9	185
	Aged(c) ....						

(a) Aging treatment: 24 h at 760 °C (1400 °F), furnace cool. (b) Aging treatment: 24 h at 760 °C (1400 °F), air cool. (c) Aging treatment: 48 h at 980 °C (1800 °F), air cool. (d) Aging treatment: 48 h at 980 °C (1800 °F), furnace cool

## ÜRETİM

Demir bazlı alaşımlar asit veya bazik astarla ark veya indüksiyon ocaklarında ergitilebilir. Asit astarla yapılan ergitme işlemlerinde, silisi kontrol altında tutmak güçtür ve krom kayıpları yüksektir. Bu nedenle asit astarlı ocaklar bu tür çelikler için nadiren kullanılır. Bütün ısıya dayanıklı alaşımlar yüksek frekanslı indüksiyon ocaklarında ergitilebilir. Ön ergitme ark ocağı, elektron demeti veya diğer fırınlarda uygun atmosfer kontrolü altında yapılabilir. Çok ufak bir kısım hariç olmak üzere Fe-Cr alaşımlarının büyük bir kısmı ısı işlem tabii tutulmadan sevk edilirler. 12 Cr ve 18 Cr alaşımları sertlik alabildiklerinden döküm gerilimlerinin giderilmesi amacı ile tavlanabilirler.

Nikel - bazlı ve Kobalt - bazlı alaşımlar genel olarak hassas döküm yöntemi ile üretilir. Bazı türleri vakum altında olmak kaydı ile kobalt bazlı alaşımlar hava ortamında ergitilir ve dökülür.

Birçok uygulama için nikel ve kobalt - bazlı alaşımlar kullanıldıkları atmosfere dayanabilmesi için difüzyon yolu ile alüminyum ve silikonla kaplanır. Kobalt - bazlı alaşımlar aynı bir ısı işlem gerektirmediği için difüzyon kaplaması yapılarak veya yapılmadan dökümden çıktığı gibi kullanılır .

Nikel - bazlı alaşımlar döküldüğü gibi ; dökülmüş , kaplanmış , yaşlandırılmış ; veya dökülmüş çözelti tavi yapılmış , kaplanmış ve yaşlandırılmış durumda kullanılabilir .

#### DEMİR BAZLI ALAŞIMLARIN METALURJİK YAPILARI

Fe - Cr - Ni ve Fe - Ni - Cr alaşımlarının yapıları , eğer ısıya dayanma özelliği nedeniyle kullanılacaksa , tamamen östenitik veya bir miktar ferrit, çoğunluğu östenit olmalıdır. Demir-bazlı alaşımlar ihtiva ettikleri Krom ve Nikel miktarına bağlı olarak östenitik ( kararlı ) ferritik ( kararlı , fakat aynı zamanda yumuşak , zayıf ve dövülebilir . ) veya martenstik ( kararsız ) olabilir ; Bu nedenle krom ve nikel seviyeleri yüksek sıcaklıkta mukavemet ve ilave olarak karbonlanma ( carburization ) ve sıcak - gaz yenimine direnç sağlayacak şekilde seçilmelidir .

Östenitik iç düzey ( matrix ) içinde karbürler veya metallerarası bileşiklerin ince dağılımı yüksek sıcaklık dayanımını dikkate değer miktarda artırır . Bu nedenle demir - bazlı ısıya dayanıklı alaşımların karbon miktarı , mukayese edilebilir krom ve nikel muhtevası olan diğer ısıya dayanıklı alaşımlara göre yüksektir. Karbon yayınının ( difüzyon ) hızlı olduğu sıcaklıklarda tutmak ve ardından hızlı soğutmakla yüksek ve eşit dağılımlı karbon muhtevası temin edilir ve % 0,20 ye kadar Karbon östenit içinde kalır. Karbonu % 0,20 den yüksek olan alaşımlarda Çözündürme işlemi ( solution treatment ) yapılmasına bağlı olmaksızın yapıda bir miktar krom karbür olur .

Dökümler , katılaşma esnasında birikim ( segregation ) oluştururlar . Standart türlerde dökümden çıktığı gibi veya ergime derecesine yakın bir sıcaklıktan çabuk soğutma neticesinde , karbonun çoğu aşırı doymuş katı çözelti içindedir . Ardından yapılacak ısıtma fazla karbürleri çökeltir . Sonradan yapılacak ısıtma sıcaklığı düştükçe reaksiyon yavaşlar ve karbürler akma dayanımını artırır , sünekliği düşürür. Ni 3 Al gibi metaller arası bileşikler eğer mevcutsa etkisi benzer olur .

Çökelmiş karbürleri ihtiva eden bir malzemeyi 980 - 1200 °C aralığında tekrar ısıtma karbürleri yuvarlaklaştırır ve biraraya getirir . Bu durumda akma dayanımı düşer ve süneklik artar .

1100 °C üzerinde ince karbürlerin yuvarlaklaşması ve çözülmesi o derece artar ki bu dayanıklılaştırma mekanizması önemini kaybeder . 1100 °C üzerindeki uygulamalar için bazı lisanslı Fe - Ni - Cr alaşımları geliştirilmiştir . Bu amaçla kullanılan alaşımlar bu sıcaklıklarda krom karbürlerden daha kararlı olan Tungsten karbür oluşturmak üzere tungsten ihtiva ederler .

Demir bazlı ısıya dayanıklı çeliklerde tane sınırlarındaki karbür ağı genellikle istenmez . Tane sınırı ağı genel olarak çok yüksek karbonlu alaşımlarda veya yüksek sıcaklıklardan yavaş olarak soğutulan alaşımlarda olur . Bu durumda östenit içindeki fazla karbon dağıntık karbürler yerine tane sınırında ağ şeklinde çökler . Tane sınırı karbür ağı , devamlılığı ile orantılı olarak kırılganlık arzeder . Karbür ağı , bazı atmosfer ve ergimiş tuzlarda tercihli kimyasal yenme için yol oluşturur . Bu nedenle çoğu tuz banyosu uygulamaları için karbonun verdiği mukavemetten vazgeçip 0,08 % ile sınırlayarak taneler arası korozyona karşı mukavemet sağlamak tavsiye edilir .

**Tablo 3 : Nikel - bazlı ısıya dayanıklı döküm alaşımların kompozisyonları .**

Alloy designation	Nominal composition, %											Others
	C	Ni	Cr	Co	Mo	Fe	Al	B	Ti	W	Zr	
B-1900	0.1	64	8	10	6	...	6	0.015	1	...	0.10	4 Ta(a)
Hastelloy X	0.1	50	21	1	9	18	...	...	...	1	...	...
IN-100	0.18	60.5	10	15	3	...	5.5	0.01	5	...	0.06	1 V
IN-718X	0.17	61.5	16	8.5	1.75	...	3.4	0.01	3.4	2.6	0.1	1.75 Ta, 0.9 Nb
IN-792	0.2	60	13	9	2.0	...	3.2	0.02	4.2	4	0.1	4 Ta
Inconel 713C	0.12	74	12.5	...	4.2	...	6	0.012	0.8	...	0.1	2 Nb
Inconel 713LC	0.05	75	12	...	4.5	...	6	0.01	0.6	...	0.1	2 Nb
Inconel 718	0.04	53	19	...	3	18	0.5	...	0.9	...	...	0.1 Cu, 5 Nb
Inconel X-750	0.04	73	15	...	...	7	0.7	...	2.5	...	...	0.25 Cu, 0.9 Nb
M-252	0.15	56	20	10	10	...	1	0.005	2.6	...	...	...
MAR-M 200	0.15	59	9	10	...	1	5	0.015	2	12.5	0.05	1 Nb(b)
MAR-M 246	0.15	60	9	10	2.5	...	5.5	0.015	1.5	10	0.05	1.5 Ta
MAR-M 247	0.15	59	8.25	10	0.7	0.5	5.5	0.015	1	10	0.05	1.5 Hf, 3 Ta
NX 188 (DS)	0.04	74	...	...	18	...	8	...	...	...	...	...
René 77	0.07	58	15	15	4.2	...	4.3	0.015	3.3	...	0.04	...
René 80	0.17	60	14	9.5	4	...	3	0.015	5	4	0.03	...
René 100	0.18	61	9.5	15	3	...	5.5	0.015	4.2	...	0.06	1 V
TRW-NASA VIA	0.13	61	6	7.5	2	...	5.5	0.02	1	6	0.13	0.4 Hf, 0.5 Nb, 0.5 Re, 9 Ta
Udimet 500	0.1	53	18	17	4	2	3	...	3	...	...	...
Udimet 700	0.1	53.5	15	18.5	5.25	...	4.25	0.03	3.5	...	...	...
Udimet 710	0.13	55	18	15	3	...	2.5	...	5	1.5	0.08	...
Waspaloy	0.07	57.5	19.5	13.5	4.2	1	1.2	0.005	3	...	0.09	...
WAZ-20 (DS)	0.20	72	...	...	...	...	6.5	...	...	20	1.5	...

(a) B-1900 + Hf also contains 1.5% Hf. (b) MAR-M 200 + Hf also contains 1.5% Hf.

### NİKEL BAZLI ALAŞIMLARIN METALURJİK YAPILARI

Nikel - bazlı ısıya dayanıklı döküm alaşımları genel olarak esaslı miktarda alüminyum ve titanyumu bünyelerinde bulundururlar. Bu elementler " gamma prime " olarak adlandırılan sıralı yüzey merkezli kübik bileşiğin Ni<sub>3</sub>(Al,Ti) çökmesi ile östenitik matriks'i güçlendirirler . Nikel - bazlı alaşımlarda da değişik oranlarda Alüminyum ve Titanyum kullanılır. Sıralı kristalografik fcc gama yapısını bozmadan 1 Al yerine 3 Ti ikame edilebilir . Ayrıca boron , zirkon , karbon ve hafnium gibi refrakter elementler ilavesi ile tane sınırı dayanıklaştırması mümkündür . Bu alaşımların mukavemetini , Krom ve Alüminyumun ( sıcak korozyon koşullarında Titanyum daha çok tercih edilir ) sağladığı üstün korozyon dayancı özelliği tamamlar .

Nikel - bazlı ısıya dayanıklı dökümler vakum altında hassas döküm yöntemi ile üretilirler . Niteliklerin iyileştirilmesi sadece kompozisyonun kontrolü ile değil aynı zamanda mikroyapının da sıkı bir kontrolü ile sağlanır .

Mikroyapı kontrolunda dikkate değer bir gelişme de yönlendirilmiş katılaşma ile sağlanan sütünsal tane yapısıdır. Yönlendirilmiş katılaşma ile aynı zamanda tek kristalli nikel - bazlı süper alaşımlar üretilmiştir .

Tane sınırlarının olmayışı karbon , zirkon ve boron gibi elementlerin kompozisyondan dışarı atılmasına imkan sağlamaktadır . Bunun sonucunda yükselen ergime derecesi alaşım kompozisyonu ve ısı işleminde esneklik sağlamaktadır . Nikel alaşımlarının yaygın kullanımı esas olarak Inconel 713 ile başladı ve şimdi 1040 °C ' a kadar kullanılabilir olacak alaşımlar mevcuttur .

Akma mukavemeti ve korozyon direnci yanı sıra kararlılık (stability) ve ısı yorulmaya karşı direnç, nikel-bazlı ısıya dayanıklı döküm alaşımlarının seçiminde dikkate alınması gereken diğer iki özelliktir . Isıl - yorulma direnci kısmen kompozisyonla kontrol altına alınır , fakat tatbik edilen streslere göre tane - sınırı alanı ve yönelişi de kuvvetli etkenlerdendir .

Tanelerin kristalografik dizilişleri de termal stresleri etkiler, çünkü termal stresleri doğrudan etkileyen elastisite modülü tane dizilişleri ile birlikte değişir .

**Tablo 4 : Kobalt - bazlı ısıya dayanıklı döküm alaşımların kompozisyonları .**

Alloy designation	Nominal composition, %										
	C	Co	Cr	Ni	Al	B	Fe	Ta	W	Zr	Others
AiResist 13	0.45	62	21	...	3.4	...	...	2	11	...	0.1 Y
AiResist 213	0.20	64	20	0.5	3.5	...	0.5	6.5	4.5	0.1	0.1 Y
AiResist 215	0.35	63	19	0.5	4.3	...	0.5	7.5	4.5	0.1	0.1 Y
Haynes 21	0.25	64	27	3	...	...	1	...	...	...	5 Mo
Haynes 25; L-605	0.1	54	20	10	...	...	1	...	15	...	...
Haynes 151(a)	0.48	65	20	...	...	0.03	...	...	12.8	...	3 max Fe + Ni
J-1650	0.20	36	19	27	...	0.02	...	2	12	...	3.8 Ti
MAR-M 302	0.85	58	21.5	...	...	0.005	0.5	9	10	0.2	...
MAR-M 322	1.0	60.5	21.5	...	...	...	0.5	4.5	9	2	0.75 Ti
MAR-M 509	0.6	54.5	23.5	10	...	...	...	3.5	7	0.5	0.2 Ti
MAR-M 918	0.05	52	20	20	...	...	...	7.5	...	0.1	...
NASA Co-W-Re	0.40	67.5	3	...	...	...	...	...	25	1	2 Re, 1 Ti
S-816	0.4	42	20	20	...	...	4	...	4	...	4 Mo, 4 Nb, 1.2 Mn, 0.4 S
V-36	0.27	42	25	20	...	...	3	...	2	...	4 Mo, 2 Nb, 1 Mn, 0.4 S
WI-52	0.45	63.5	21	...	...	...	2	...	11	...	2 Nb + Ta
X-40	0.50	57.5	22	10	...	...	1.5	...	7.5	...	0.5 Mo, 0.5 Si

(a) Obsolite alloy, included for reference purposes.

**KOBALT BAZLI ALAŞIMLARIN METALURJİK YAPILARI**

Kobalt - bazlı ısıya dayanıklı dökümler ilk olarak 2. dünya savaşı sırasında yüksek stres altındaki gaz türbini kanatlarında kullanıldı. İlk alaşım, Fe - Cr - Ni ve Fe - Ni - Cr ısıya dayanıklı alaşımların kullanıldığı sıcaklıktan daha yüksek bir sıcaklıkta kullanılmamasına rağmen yüksek gerilim altında akma ve kopma özellikleri açısından eski alaşımları geçti. Bazı Kobalt - bazlı döküm alaşımlarının kompozisyonları tablo 4 te verilmiştir. Yaygın olarak kullanılan Kobalt - bazlı alaşımların gerilim kopma özellikleri bilinmektedir.

Çoğu Kobalt - bazlı yüksek sıcaklığa dayanıklı alaşımlar dikkate değer miktarda karbon ihtiva eder. Mukavemetlerini sadece katı çözelti sertleştirmesinden değil aynı zamanda karbür çökmesinden alırlar. Karbür çökmesi 815 °C üzerinde etkisini kaybeder. Nikel çoğunlukla kobaltın yüksek sıcaklıktaki şekli olan fcc gama yapısını kararlı kılmak için ilave edilir.

Vakum altında ergitme metodunun gelişmesi sonucu Nikel - bazlı alaşımlar gama fazı çökmesi ile mukavemet kazanmış ve mukavemette kobalt - bazlı alaşımları geçmiştir. Mukavemet söz konusu olduğunda 980 °C üzeri hariç, Kobalt alaşımları Nikel alaşımları ile boy ölçüşemezler. Bununla birlikte kobalt alaşımlarının kaynakla tamiri kolaydır, daha yüksek krom ihtiva ederler bu da yüksek sıcaklıklarda korozyon direncini iyileştirir. Kobalt alaşımları ısı yorulmaya karşı nikel alaşımlarından daha az dirençlidir.

Bütün Kobalt-bazlı alaşımlar karbür yapısındaki değişiklik etkisi ile mukavemet kazanır ve yaşlandırma işlemi uygulanabilir.

Belli başlı kobalt - bazlı alaşımlar arasında Haynes 21, X 40, WI 52, MAR M 302, MAR M 509 sayabiliriz. Bu alaşımlar 700 °C ile 1010 °C sıcaklığa kadar kullanılırlar.

**UYGULAMALAR**

Isıya dayanıklı dökümler büyük oranda endüstriyel fırınlarında veya metalurjik fırınlarda yer alırlar. Bu amaçla en çok demir bazlı alaşımlar bir miktar da nikel ve kobalt - bazlı alaşımlar kullanılır. Diğer belli başlı uygulamalar ise turbosarj, gaz türbinleri, güç santralleri, cam üretiminde, çimento, sentetik lastik, kimyasal ve petrol ürünlerindeki teçhizatlardır.

**ALAŞIM SEÇİMİ**

Isıya dayanıklı çelikler belli bir uygulama için yapısal bütünlük esasında seçilir. Mukavemet akma dayancı ve korozyon direnci seçimi etkileyen temel faktörlerdir. Daha az önemdeki özellik ise döküm yolu ile üretilebilme kolaylığıdır. Alaşımın kalıp boşluğunu doldurabilme

özelliği, porozite dağılımı kadar değerlendirilmelidir. Birçok döküm, işlenmesi icabettiğinden döküldüğü hali ile işlenebilme özelliği de değerlendirilmelidir. Bu konuda rakamsal değerler vardır. Demir - bazlı alaşımlar için tavsiye edilebilecek işleme hızı ilerleme ve kesme derinliği değerleri Tablo' 5 tedir

Tablo 5 : ACI ısıya dayanıklı çelikler için işleme verileri .

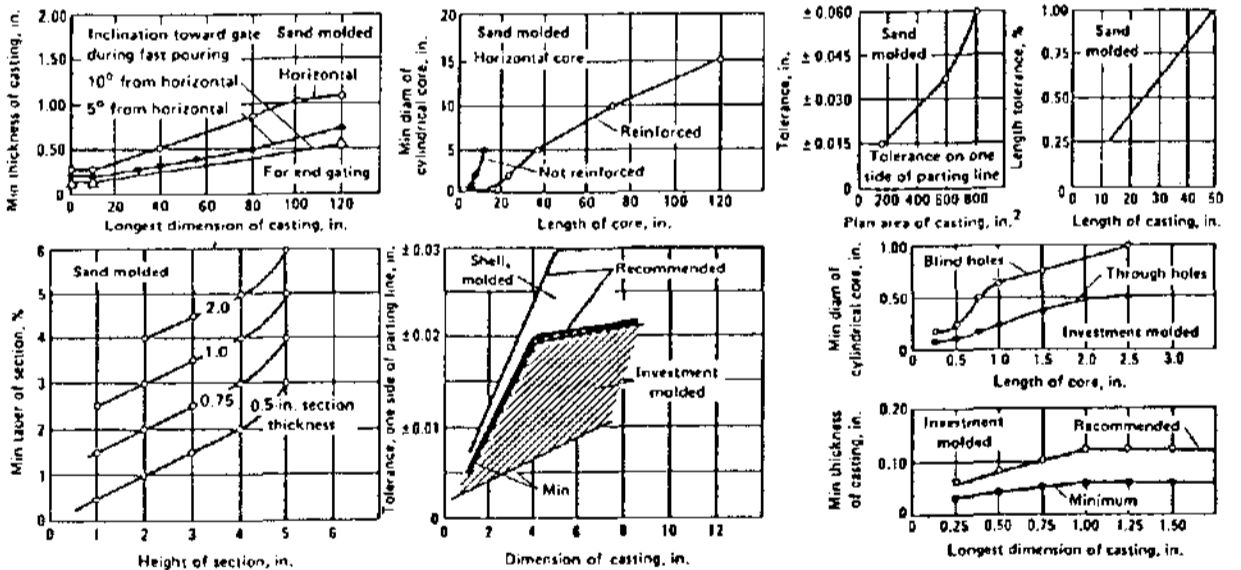
ACI designation	Typical hardness, HB	Rough turning(a)		Speed, fpm(b)	Finishing		Drilling speed(d), fpm(b)
		Speed, fpm(b)	Feed, lpr(c)		Speed, fpm(b)	Feed, lpr(c)	
HIA	220	40 to 50	0.010 to 0.030	80 to 100	0.005 to 0.010	35 to 70	
HIC	220	40 to 50	0.025 to 0.035	80 to 100	0.010 to 0.015	40 to 60	
HD	190	40 to 50	0.025 to 0.035	80 to 100	0.010 to 0.015	40 to 60	
HE	270	30 to 40	0.020 to 0.025	60 to 80	0.005 to 0.010	30 to 60	
HF	190	25 to 35	0.020 to 0.025	50 to 70	0.005 to 0.010	20 to 40	
HII	200	25 to 35	0.015 to 0.020	50 to 70	0.005 to 0.010	20 to 40	
HI	200	25 to 35	0.015 to 0.020	50 to 70	0.005 to 0.010	20 to 40	
HK	190	25 to 35	0.020 to 0.025	50 to 70	0.005 to 0.010	20 to 40	
HL	190	30 to 40	0.020 to 0.025	60 to 80	0.005 to 0.010	30 to 60	
HN	160	35 to 45	0.020 to 0.025	70 to 90	0.005 to 0.010	40 to 60	
HP	...	35 to 45	0.020 to 0.025	70 to 90	0.005 to 0.010	40 to 60	
HT	200	40 to 45	0.025 to 0.035	80 to 90	0.005 to 0.010	40 to 60	
HU	190	40 to 45	0.025 to 0.035	80 to 90	0.010 to 0.015	40 to 60	
HW	200	40 to 45	0.025 to 0.035	80 to 90	0.010 to 0.015	40 to 60	
HX	185	40 to 45	0.025 to 0.035	80 to 90	0.010 to 0.015	40 to 60	

(a) Single-point high speed steel tools usually are ground to 4 to 10° side and back rake, 4 to 7° side relief, 7 to 10° end relief, 8 to 15° end cutting-edge angle, 10 to 15° side cutting-edge angle, and 1/32- to 1/8-in. nose radius. (b) To convert to m/s, multiply by 0.005. (c) To convert to mm/rev, multiply by 25. (d) Recommended drilling feeds are as follows: for drill diameters up to 1/8 in., 0.001 to 0.002 ipr; 1/8 to 1/4 in., 0.002 to 0.004 ipr; 1/4 to 1/2 in., 0.004 to 0.007 ipr; 1/2 to 1 in., 0.007 to 0.015 ipr; over 1 in., 0.015 to 0.025 ipr. Tapping speeds recommended for HIA, HC, HD, HE and HL are 10 to 25 sfm; for HF, HII, HI, and HK, 10 to 20 sfm; and for HN, HT, HU, HW and HX, 5 to 15 sfm.

## DEMİR BAZLI ALAŞIMLAR İÇİN DÖKÜM TASARIMI

Bir çok uygulama için ısıya dayanıklı çelikler kuma bazende kabuk kalıplama metodu ile dökülür. Kalıplama teçizatı ve döküm tasarımına bağlı olarak 4,8 mm hatta daha ince kesitlerin dökümü mümkündür. Dökümlerin ölçüsel toleransları kalıplama teçizatına bağlı olarak değişir. Genel olarak dış ölçüler ve maçalı deliklerin yeri 5,2 mm /m ile yaklaşır. Döküm tasarımı ile ilgili özellikler Fig 3 ' te verilmiştir .

Fig. 3 : Kum , kabuk ve hassas döküm yöntemi ile üretilen ısıya yayanıklı döküm alaşımlarının ölçüsel ilişkileri



To convert dimensions in inches to equivalent values in millimetres, multiply by 25.