



Tüdöksad Akademi 2. Ulusal Döküm Kongresi / 2nd National Foundry Congress by Tüdöksad Academy

«Azot Elementinin Gri ve Sfero Dökme Demirlerin Mekanik Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi»

Bülent Şirin, Erkan Bulut, Onuralp Yücel

(Döktaş Dökümcülük, İstanbul Teknik Üniversitesi)

1.Oturum

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üye. Murat Alkan (Dokuz Eylül Üniversitesi)



***Kongre Bildirileri Kitabına kayıt masasındaki karekodlar ve web sayfamız üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz!!**

AZOT ELEMENTİNİN GRİ VE SFERO DÖKME DEMİRLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

30.11.2019- İzmir

Bülent ŞİRİN, Döktaş Dökümcülük A.Ş.
Erkan BULUT, Döktaş Dökümcülük A.Ş.
Prof. Dr. Onuralp YÜCEL , İTÜ Kimya- Metalurji Fakültesi,
Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü

Gri dökme demirler EN 1561 standardına göre üretilmeleri durumunda; özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo ayrı döküm çekme çubuğu değerlerine göre hazırlanmıştır.

Bu tabloya göre EN-GJL- 300 sınıfı bir gri dökme demir ürettiğimizde, ayrı döküm çekme çubuğundan min. 300 MPa değer almak şarttır (10 - 50 mm et payında).

Bu değerler özellikle zirai tarım makinelerinde kullanılan döküm parçalardaki et paylarına eşdeğerdir.

Table 1 — Tensile properties of grey cast irons measured on test pieces machined from cast samples

Material designation		Relevant wall thickness t mm		Tensile strength ^a R_m mandatory values in cast sample MPa min.
Symbol	Number	>	≤	
EN-GJL-100	5.1100	5	40	100
EN-GJL-150	5.1200	2,5 ^b	50	150
		50	100	130
		100	200	110
EN-GJL-200	5.1300	2,5 ^b	50	200
		50	100	180
		100	200	160
EN-GJL-250	5.1301	5 ^b	50	250
		50	100	220
		100	200	200
EN-GJL-300	5.1302	10 ^b	50	300
		50	100	260
		100	200	240
EN-GJL-350	5.1303	10 ^b	50	350
		50	100	310
		100	200	280

Kaynak: EN 1561:2011

Et payı 10-50 mm olan bir döküm parçada EN-GJL - 300C sınıfı bir dökümden gelmesi gereken min. mukavemet değeri 270 MPa' dır. Yandaki tablo D.1 (E1 1561) parçadan alınan çekme çubuğu değerlerine göre hazırlanmıştır.

Kalınlık arttıkça parçadan ve ayrı döküm çekme çubuklarından istenen mukavemet değeri düşer.

Table D.1 — Guidance values for tensile strength for test pieces machined from samples cut from a casting

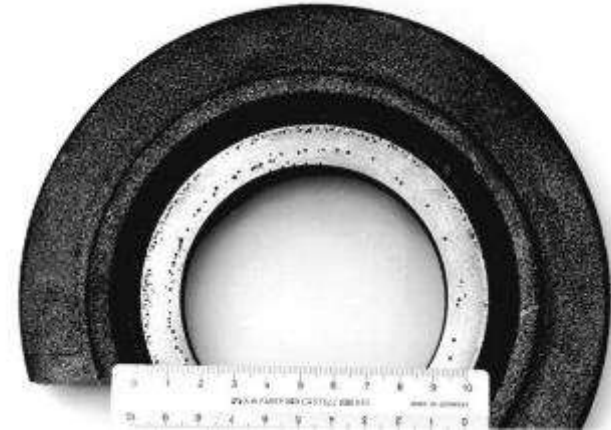
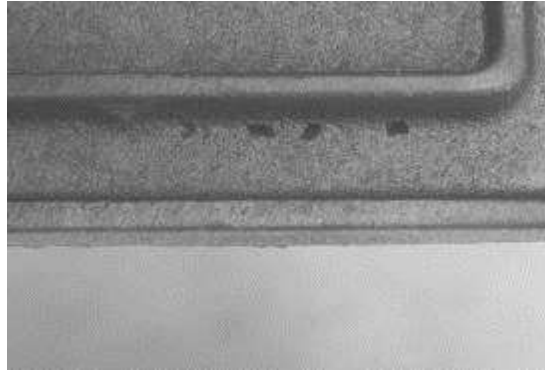
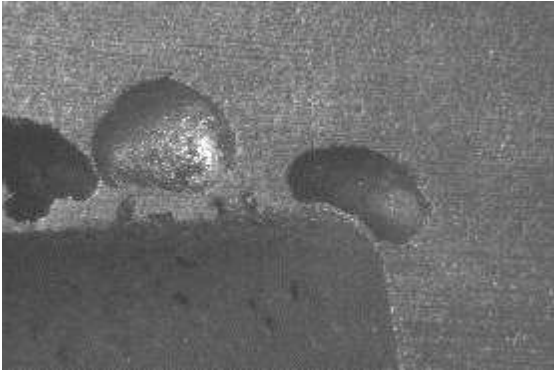
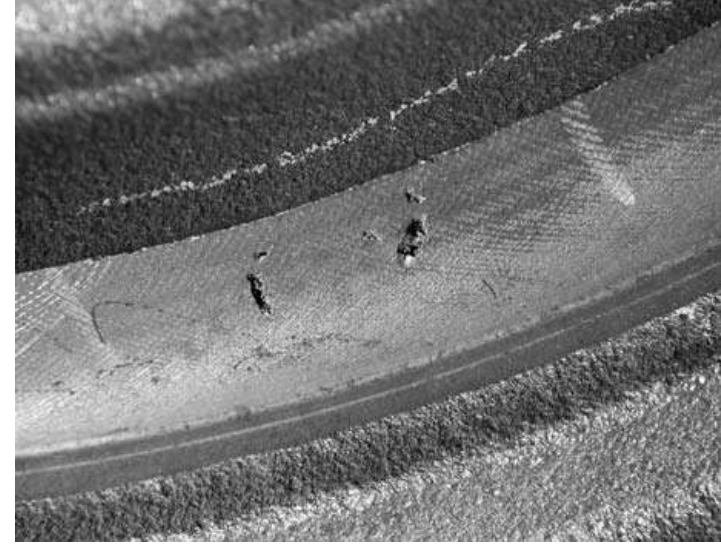
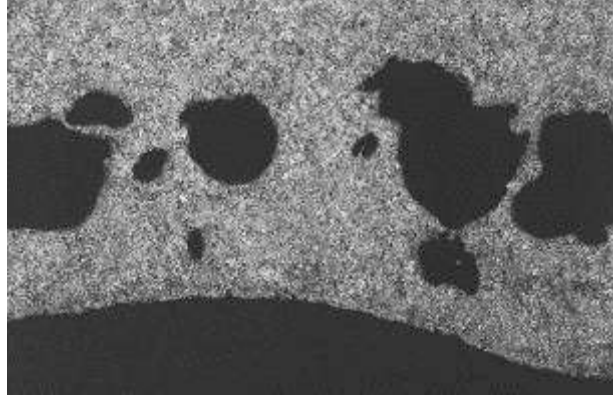
Material designation		Relevant wall thickness <i>t</i> mm		Tensile strength ^a <i>R_m</i> anticipated values in casting MPa min.
Symbol	Number	>	≤	
EN-GJL-150C	5.1200	2,5 ^b	50	135
		50	100	120
		100	200	110
EN-GJL-200C	5.1300	2,5 ^b	50	180
		50	100	160
		100	200	145
EN-GJL-250C	5.1301	5 ^b	50	225
		50	100	200
		100	200	185
EN-GJL-300C	5.1302	10 ^b	50	270
		50	100	245
		100	200	220
EN-GJL-350C	5.1303	10 ^b	50	320
		50	100	290
		100	200	260

Kaynak: EN 1561:2011

Kimyasal içerikteki;

- Karbon elementinin miktarını düşürerek,
- Manganez elementinin miktarını arttırarak,
- Bakır elementinin miktarını arttırarak,
- Kalay elementinin miktarını arttırarak,
- Etkin bir aşılama ile mikroyapıda C, D ve E tipi grafit oluşumuna engel olup, tamamen % 100 perlitik ve A 4 tipi grafit oluşturarak,
- Sıvı metal banyosundaki azot elementinin miktarını, parçada azot gazlı döküm hataları görmeyecek sınıra kadar, arttırarak.

Azot elementi sıvı metalde 200 ppm'den fazla olduğu durumda, döküm yolu ile üretilmiş parçalarda, işleme sonrası yüzey altında gaz boşluğu ve çatlak görünümlü döküm hataları ortaya çıkmaktadır. Parçaların kesit kalınlıkları, maçalı veya maçasız olmaları, kalıp kumu ve maça kumlarının azot içerikleri de bu hataların oluşumunda etkili olmaktadır.



- Dökme Demirlerin özelliklerini belirleyen en önemli 3 gaz;
 - Oksijen,
 - Azot ve
 - Hidrojen'dir.

Bu gazlar için Sıvı metalde bulunabilecekleri konsantrasyon aralıkları:

- Oksijen : % 0.005-0.01 (5-100 ppm)
- Azot : % 0.0015-0.015 (15-150 ppm) ve
- Hidrojen : % 0.00005-0.00025 (0.5-2.5 ppm) 'tir.

- Azot elementinin;

Dökme demirin cinsine ve ergitme metoduna göre sıvı metal içindeki konsantrasyonu değişir.

Kanallı tip endüksiyon ocağında 75-110 ppm,

Ark ocaklarında 130-190 ppm değerleri görülür.

% 25 çelik hurda ile çalışan bir dökümhanede azot gazı 110 ppm,

% 80 çelik hurda ile çalışan bir dökümhanede 150 ppm seviyelerine ulaşmaktadır.

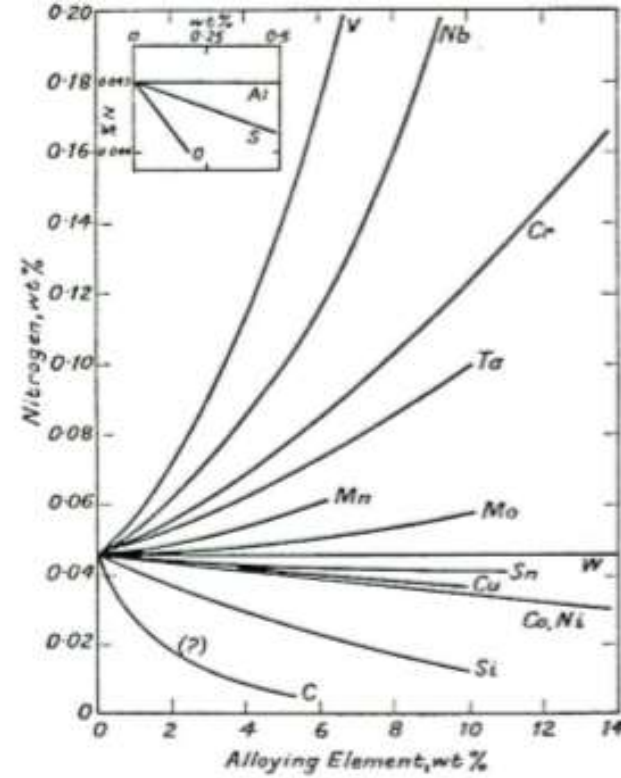
Küresel grafitli dökme demirlerde ise magnezyum tretmanı öncesi 40-120 ppm arasında olan azot içeriği tretman sonrası 30-80 ppm aralığına iner.

Sıvı metal banyosundaki karbon (C) ve silisyum (Si) elementlerinin sıvı metal banyosundaki artışlarına bağlı olarak azot çözünürlüğü düşerken,

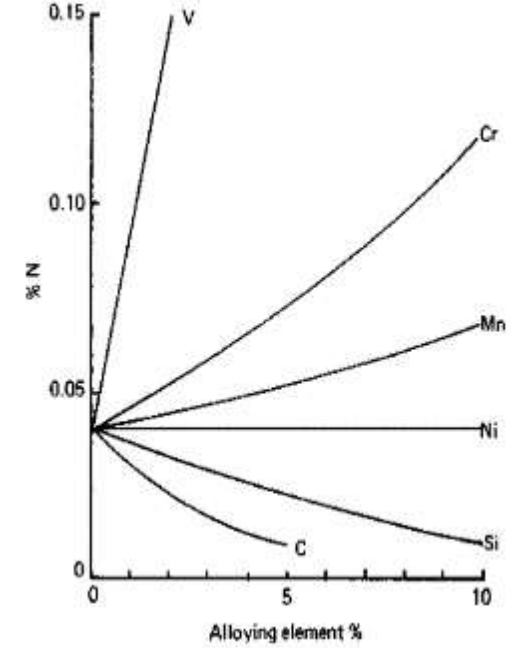
Ni, Co, Cu, Sn, W 'in konsantrasyonlarında değişim olmamakta,

Mo ve Mn elementlerinin artışı ile azot çözünürlüğü çok az değişmekte,

Ta, Cr, Nb ve V elementlerinin artışı ise sıvı metal banyosundaki azot çözünürlüğünü arttırmaktadır.



Source: Dawson et al, 1965



Şekil 1. 1600 C'de 1 atmosfer basınçta azot gazının sıvı metaldeki çözünürlüğüne alaşım elementlerin etkisi (1).

Şekil 2. Azot gazının C ve CE 'e bağlı olarak farklı sıcaklıklarda sıvı metal içerisinde çözünürlüğü gösteren diyagram.

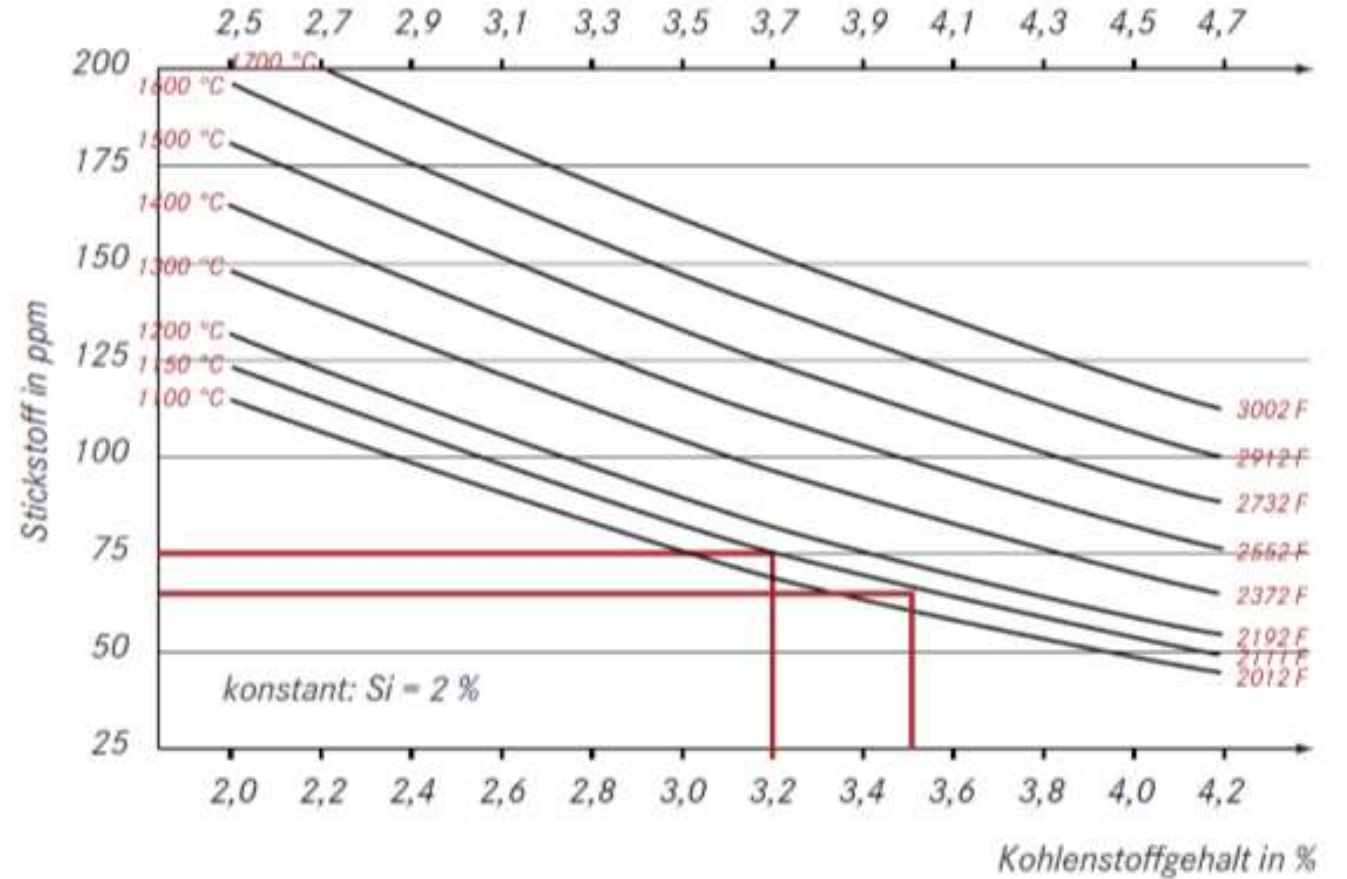
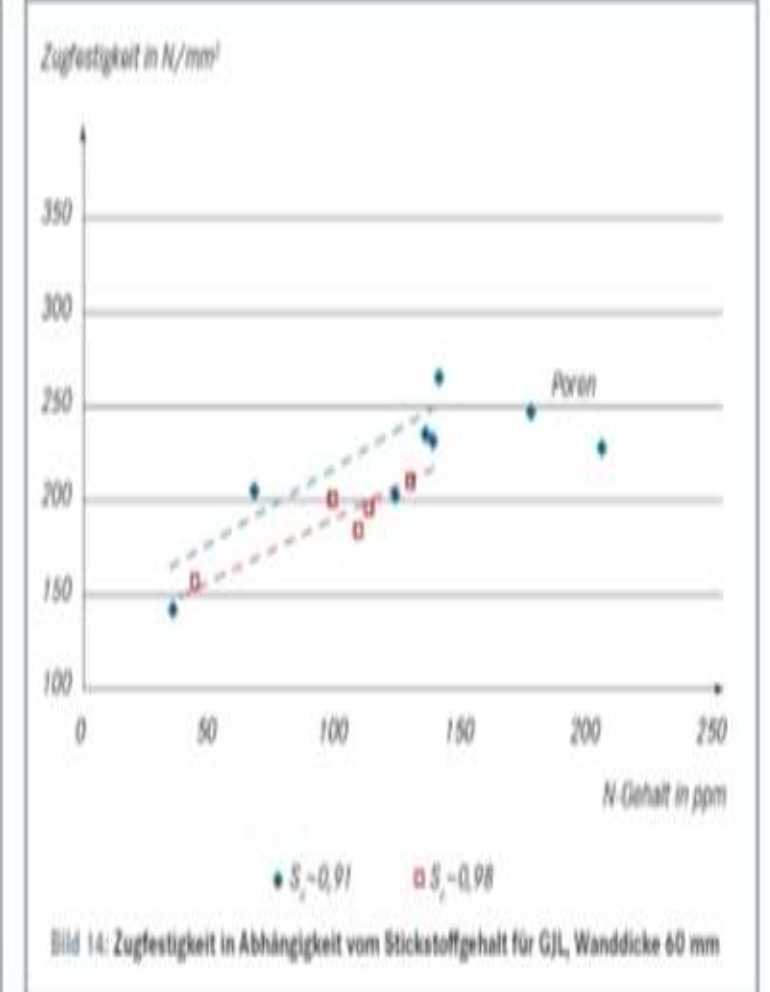
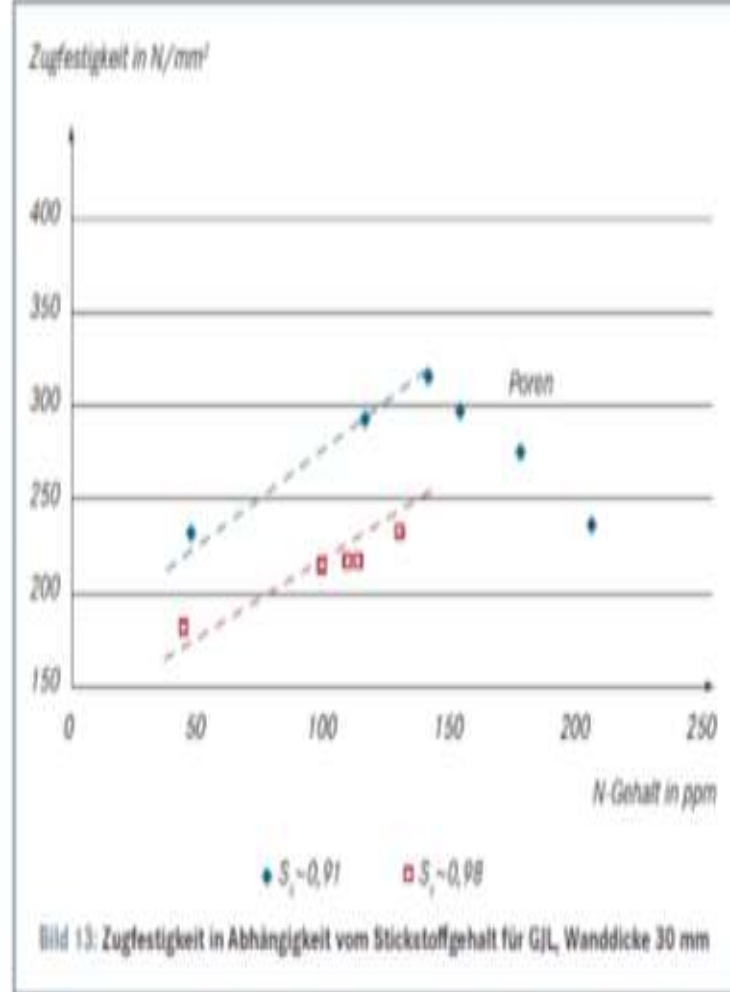
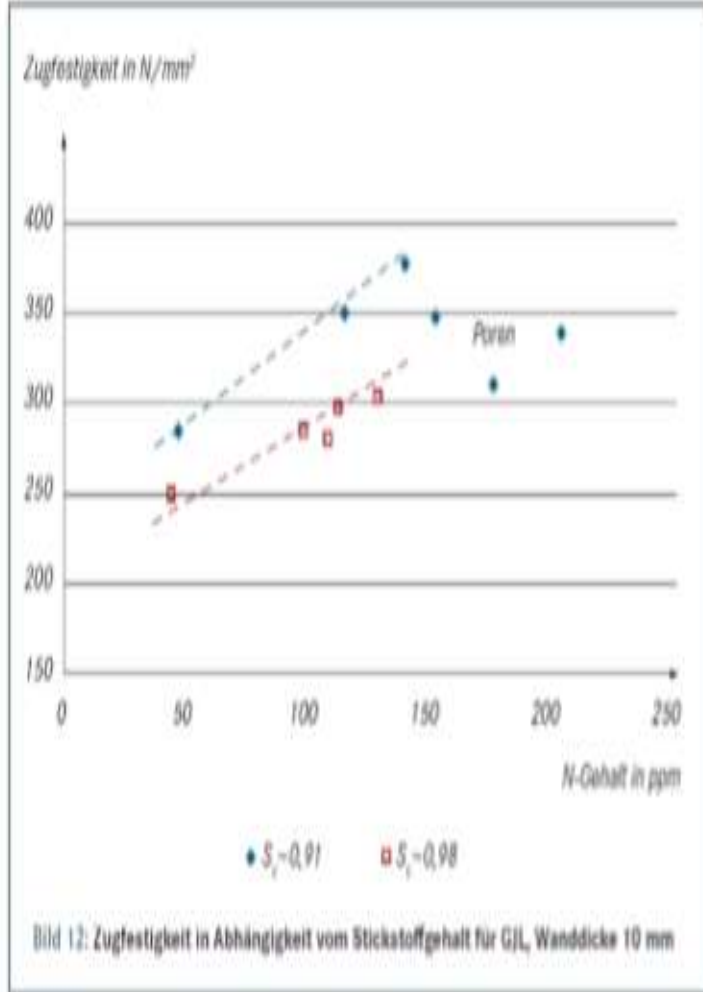
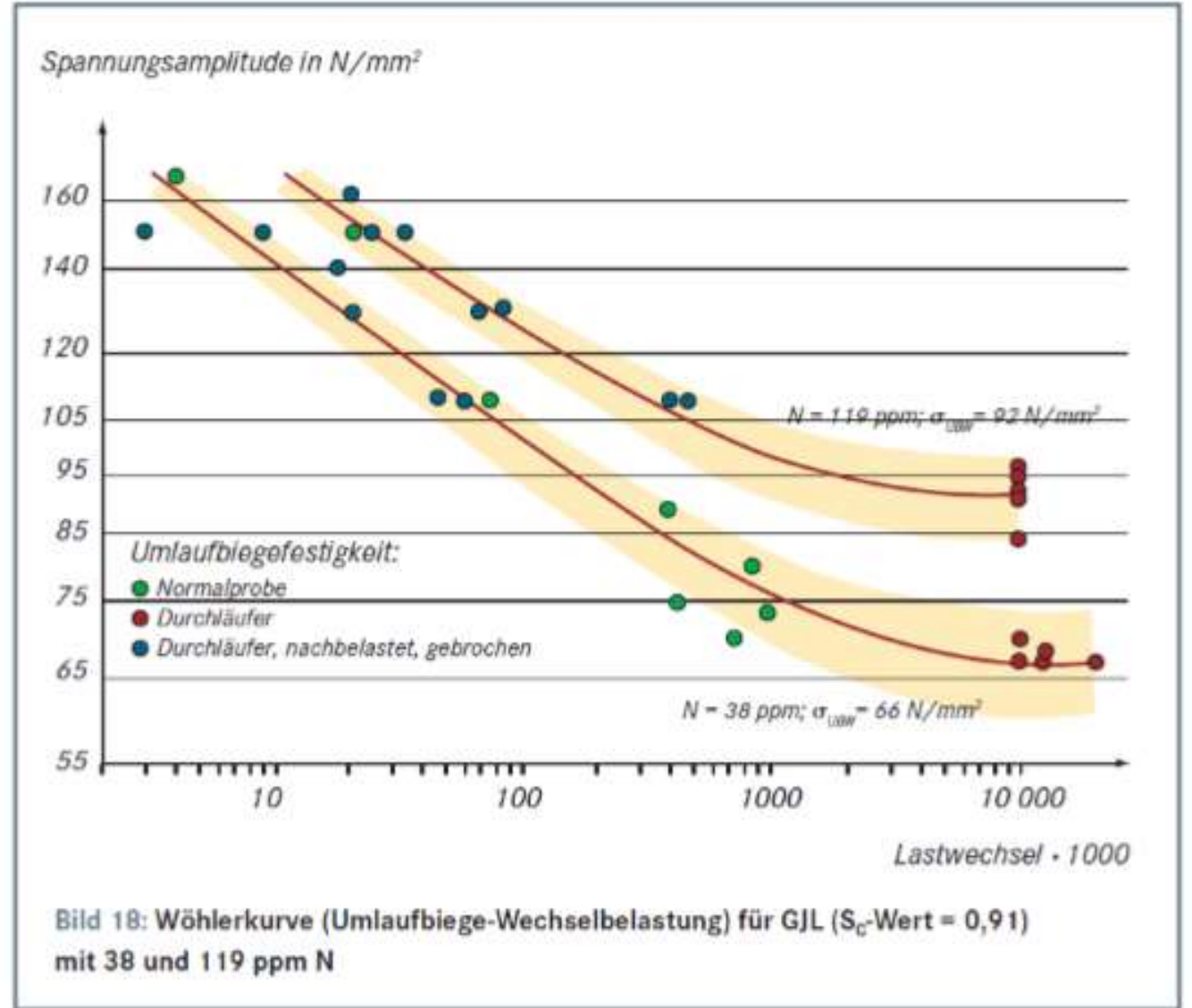


Bild 1: Theoretische Stickstofflöslichkeit für verschiedene Gusseisenschmelzen, nach [7]

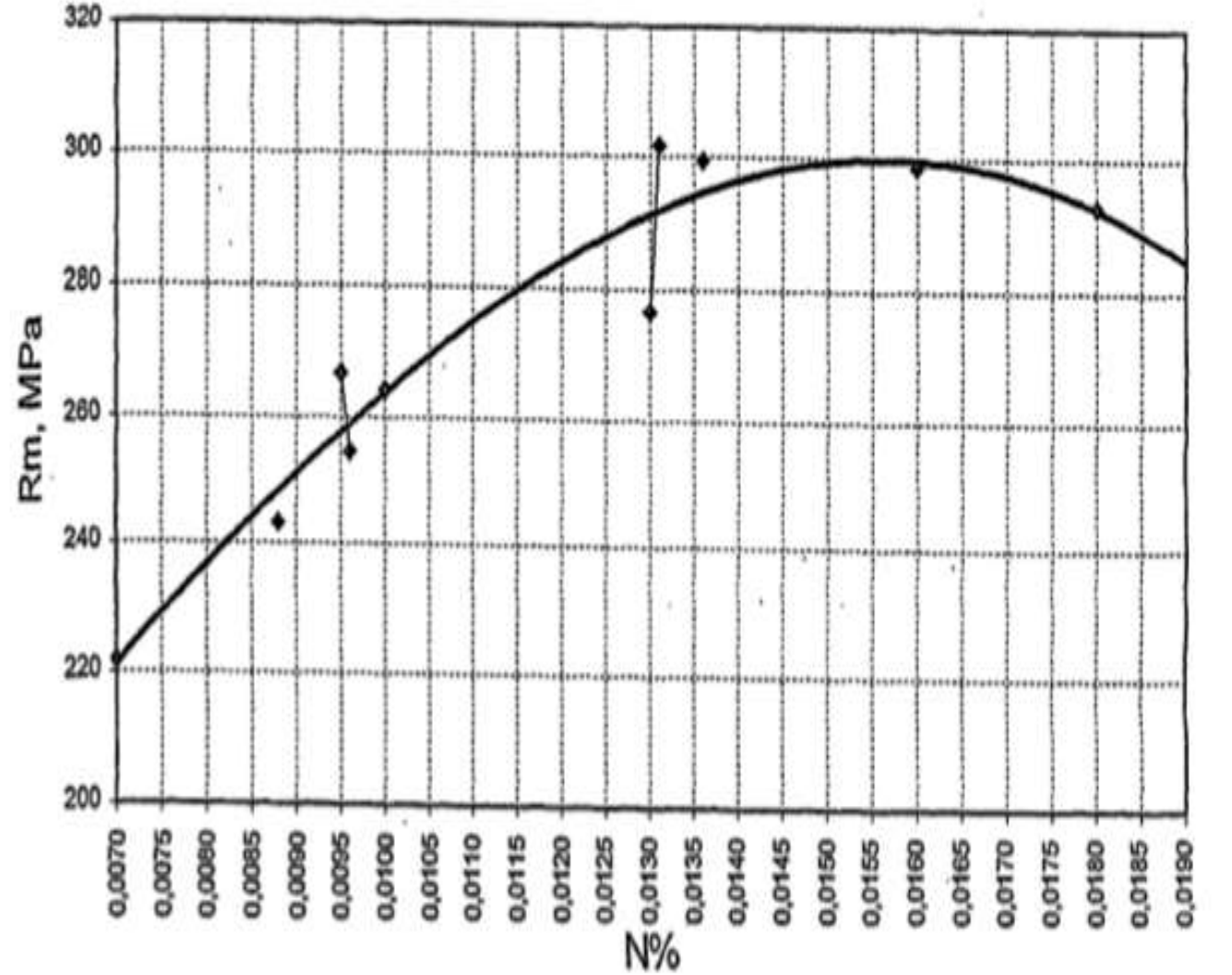


Şekil 3. 10 mm, 30 mm ve 60 mm et paylarında azot gazının mekanik özelliklere etkileri.

Şekil 4. Azot elementinin gri dökme demirin yorulma mukavemetine etkisi.



Şekil 5. Bir gri dökme demirde azot elementinin mukavemet ile ilişkisini gösteren diyagram (6).



Şekil 6. Bir gri dökme demir silindir kafasında azotun artışı ile parçanın mukavemetinin değişimini gösteren diyagram(6).

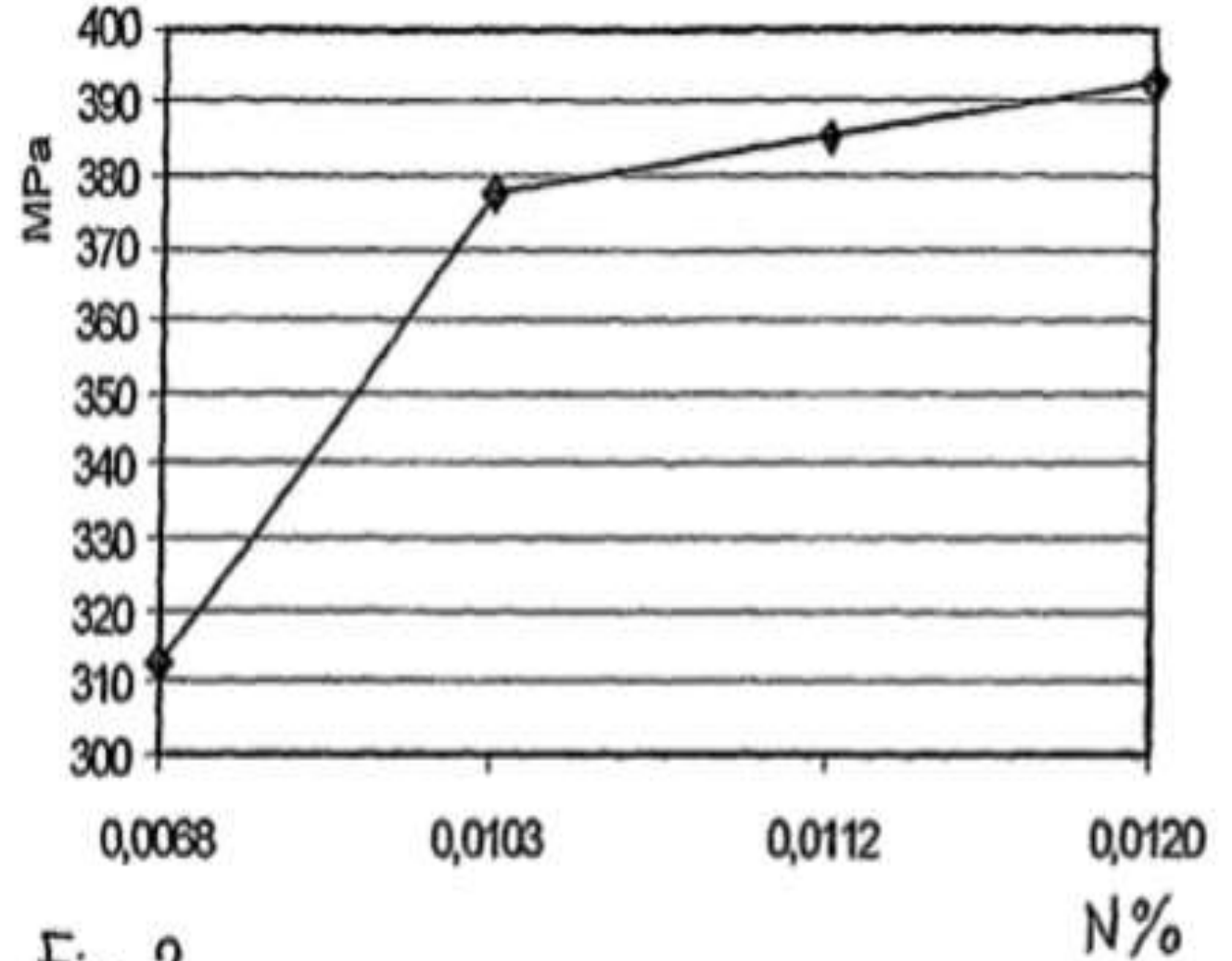


Fig. 2

Tablo 1. Ferro Manganez Affine Kimyasal Analizi:

Mn, %	C, %	P, %	S, %	Si%	N, %
75.61	0.056	0.0051	0.027	0.45	5.50

Boyutları: 10-50 mm (% 90 Min.)

Tablo 2. Ferro Silis Affine Kimyasal Analizi:

Si	N	Fe	Al	C
50.16	31.39	16.85	1.48	0.12

Boyutları: 5-50 mm. (% 90 Min.)

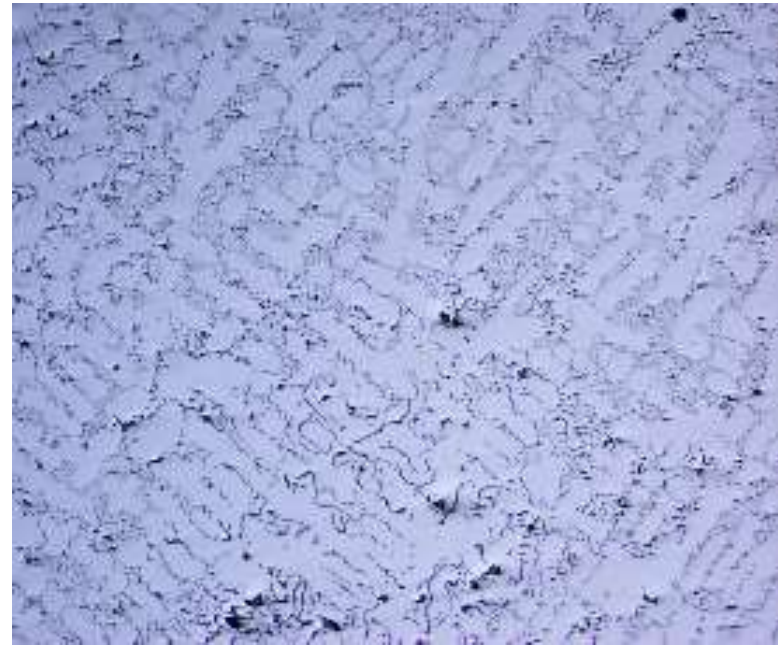
Tablo 3. Lamel Grafitli Dökme Demirlerde Azot Konsantrasyonlarına bağlı olarak çekme mukavemetindeki değişimler (Elementler; Ağırlıkça % , çekme mukavemeti değerleri; N/mm² = Mpa).

Deney No	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Sn	Ti	Al	N2	Çekme Muk. 1	Çekme Muk. 2
1	3.15	2.072	0.888	0.032	0.093	0.277	0.582	0.107	0.021	0.004	0.0058	267.2	269.8
2	3.17	1.959	0.888	0.025	0.113	0.287	0.608	0.095	0.022	0.0003	0.0055	256.3	258.1
3	3.15	2.053	0.924	0.032	0.075	0.263	0.61	0.093	0.020	0.003	0.0052	264	262
4	3.15	2.085	0.919	0.035	0.074	0.266	0.605	0.095	0.020	0.003	0.0047	257	254
5	3.10	1.968	0.934	0.029	0.078	0.26	0.571	0.098	0.019	0.004	0.0063	291.1	279.6
6	3.14	2.012	0.969	0.03	0.082	0.281	0.591	0.102	0.016	0.004	0.0069	274.8	273.2
7	3.12	2.006	0.946	0.031	0.095	0.291	0.602	0.112	0.017	0.004	0.0068	272.5	271.3
8	3.13	1.924	0.921	0.029	0.078	0.268	0.616	0.105	0.017	0.005	0.0062	270.8	272.3
9	3.12	2.017	0.966	0.035	0.074	0.319	0.644	0.102	0.019	0.004	0.0052	261.5	260.8
10	3.13	1.951	0.920	0.029	0.081	0.259	0.617	0.100	0.017	0.004	0.0061	264.6	257.6

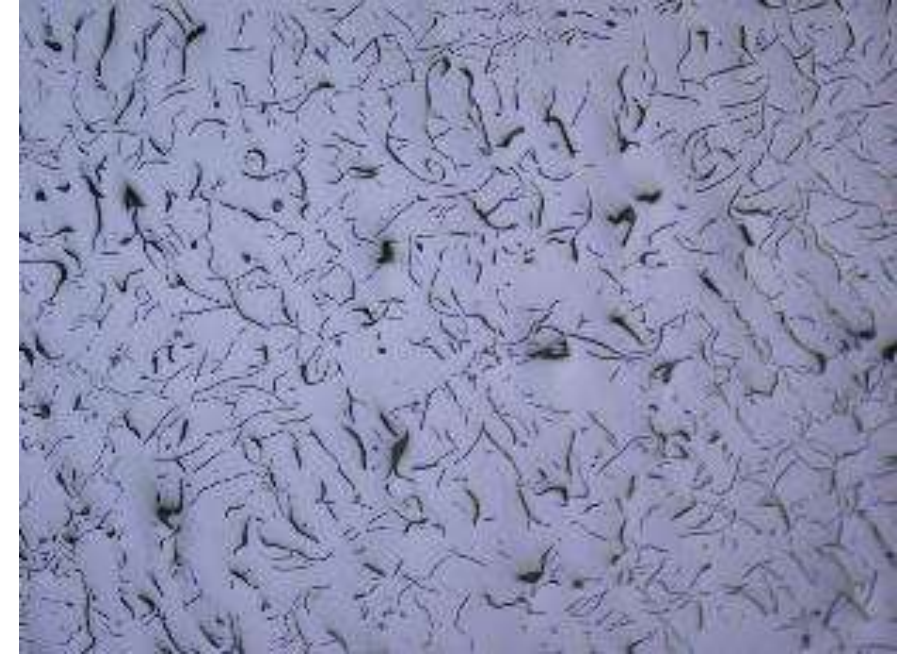
Tablo 5. Gri dökme demirlerde ergitme ocağından itibaren azot konsantrasyonunun sıvı metalde değişiminin, ayrı döküm çekme çubuğunda mukavemet değerine olan etkisi.

	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Cu	%Sn	%Ti	%N	Ocak/Pota katkı Miktarları	Kopma Muk (MPa)
Tutma ocağı -Affine Mn ilavesiz	3.11	1.89	0.5	0.025	0.07	0.29	0.59	0.1	0.019	0.0016		284.93
Tutma ocağı -Affine Mn ilaveli	3.12	1.89	0.92	0.026	0.075	0.29	0.58	0.098	0.018	0.0064	70 kg Affine Mn	309.03
Tutma ocagından hatta alınan 1. pota	3.1	1.93	0.93	0.025	0.076	0.29	0.58	0.096	0.019	0.0061	1 kg pota aşısı	321.74
Potaya 3 kg FeMn affine ilaveli	3.09	1.93	1.09	0.027	0.074	0.29	0.58	0.098	0.018	0.0071	1 kg pota aşısı	324.76
Potaya 6 kg FeMn affine ilaveli	3.08	1.91	1.26	0.026	0.076	0.29	0.58	0.096	0.018	0.0083	1 kg pota aşısı	337.89

ÜRÜNLERİN MİKROYAPI GÖRÜNTÜLERİ



Direkt ocaktan alınan ayrı döküm çekme çubuğu numunesi (Aşısız)



Seri üretim şartlarında (potaya Ferro Mangan Affine ilavesiz – aşılı) ayrı döküm çekme çubuğu numunesi mikroyapısı

Potaya 6 kg Ferromanganez Affine ilavesi yapılan ve aşılı ayrı döküm çekme çubuğu numunesinin mikroyapısı.

Tablo 4. Küresel Grafitli Dökme Demirlere Ferro Mangan Affine İlavesinin Etkileri (Elementler; ağırlıkça % , mukavemetler, N/mm² (= Mpa) ve uzama değerleri, % 'dir).

Deney No	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mg	Sn	Ti	N	Akma Muk.	Kopma Muk.	Uzama
1 Normal	3.63	2.37	0.34	0.033	0.01	0.051	0.038	0.058	0.022	0.016	0.0081	374.18	619.46	6.65
1 Azotlu	3.63	2.37	0.36	0.037	0.01	0.051	0.039	0.06	0.023	0.016	0.0091	388.69	676.96	8.3
2 Normal	3.66	2.1	0.32	0.021	0.01	0.05	0.08	0.045	0.022	0.017	0.0065	310.89	520.49	12.78
2 Azotlu	3.67	2.08	0.35	0.022	0.008	0.051	0.07	0.043	0.022	0.017	0.0093	318.67	549.59	12.86
3 Normal	3.74	2.40	0.40	0.025	0.007	0.057	0.103	0.049	0.034	0.022	0.0041	369.7	611.1	5.28
3 Azotlu	3.70	2.37	0.43	0.027	0.007	0.061	0.091	0.046	0.033	0.019	0.0034	380	652	6.14
4 Normal	3.48	2.37	0.661	0.02	0.008	0.046	0.065	0.053	0.058	0.024	0.0047	393.15	663.03	5.02
4 Azotlu	3.50	2.38	0.672	0.019	0.009	0.052	0.064	0.049	0.057	0.024	0.0057	401.54	690.8	5.59
5 Normal	3.70	2.13	0.34	0.025	0.011	0.047	0.07	0.048	0.017	0.021	0.0027	353.3	597.13	10.88
5 Azotlu	3.64	2.32	0.40	0.028	0.013	0.047	0.069	0.048	0.017	0.021	0.0055	366.93	614.68	12.78

- Azot taşıyıcı ferro alaşımların , azot veriminin kontrol edilememesi tehlikesine karşı, ocakta verilmesi parçalarda azot gazı kaynaklı hataları görme riskini azaltır.
- Parçanın kimyasal kompozisyonundaki azot miktarı, istenilen mukavemet değerine göre artış göstermelidir.
- Azot konsantrasyonunun her aşamada ölçümü, EN-GJL -300 gri dökme demir üretimini gerçekleştirmek için gereklidir. Bunun için seri üretimde azot ölçebilen spektrometreler kullanmak üretim hızını etkilemeyecektir.
- Küresel grafitli dökme demirlerde sıvı metal içerisindeki azot konsantrasyonunun artışının akma mukavemetini ve uzama değerini arttırdığı yapılan deneyler göstermektedir.
- Küresel grafitli dökme demirlerde azotun hangi aşamada ve nasıl, sıvı metale ilave edilmesi üzerine çalışmalar devam etmektedir.

- 1-) Elliott, Roy., BsC, PhD., “ Cast Iron Technology”, Butterworth& Co. Ltd., 1988.
- 2-) Fras, E., Gorny, M., Kawalec, M., “Effest of nitrogen on structure and mechanical properties of ductile iron with small additions vanadium and niobium”, Archives of Foundry Engineering, Volume 7, Issue 1/2007, 81-84.
- 3-) Jang, J. M., Kim, D.H., Paek, M., K., Pak, J. J., “ Nitrogen Solubility in Cast Iron Containing C, Si and Mn”, ISIJ International, Vol. 58 (2018), No: 7, pp. 1185-1190.
- 4-) Strande, K., Tiedje, N. S. and Chen, M. “ A Contribution to the understanding of the combined effect of nitrogen and Boron in gray cast iron”, International Journal of Metalcasting, 11 (1) , pp: 61-70, 2007.
- 5-) Wilberfors, F. And Svensson, I. L., “ The effect of Nitrogen and Inoculation on the tensile properties and microstructure of cast iron with lamellar graphite”, Trans Tech Publications, Switzerland.
- 6-) Erikson, K., Liu, T., gyllensten, B. and Oberg, J., “ Grey cast iron for Engine cylinder block and cylinder head”, Europein Patent EP 1 606 427 B1, 2004.
- 7-) Johnson, B.D. and Heine, R.W., “Nitrogen in Molten Iron Processing and Its Effects”, AFS Transactions.
- 8-) Fras, E., Gorny, M., Kawalec, M., “ Effect of Nitrogen on Structure and Mechanical Properties of Ductile Iron With Small Additions Vanadium and Niobium”, Archives of Foundry Engineering, Volume 7, Issue 1/2007, 81-84.
- 9-) Ecob, C.M., Hartung, C., Olsen, S-O., Common Metallurgical Defects in Grey Cast Irons- Causes and Cures, Elkem publication.

www.doktas.com
