HRU Muh Der, 4(1): \*\*-\*\* (2019)

Harran Üniversitesi

**Mühendislik Dergisi**

<http://dergipark.gov.tr/humder>

Araştırma Makalesi / Derleme Makalesi / Teknik Not / Olgu Sunumu

Makale Başlığı

Makale YAZARI1,\* (Örn Ahmet AKSÖZ)

1Xxxx Üniversitesi, Xxxx Fakültesi, Xxxx Bölümü, 00000, Xxxx İlçe/ŞEHİR

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Makale Bilgisi** |  | **Öz**Ferro alaşımların, özellikle ferro molibdenin (FeMo) kimya ve metalurji alanındaki endüstriyel uygulamalardaki kullanımının artışı sonucu olarak FeMo için kolay bir çözünme metoduna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma çalışmasında; oksitleyici olarak HNO3 içeren H2SO4 çözeltisiyle ticari kalite FeMo içerisinden molibden ve demirin çözeltiye alınması ve çözünme kinetiği araştırılmıştır. Çözümlendirme deneylerinde, çözücü miktarları (0-2 mL HNO3 ve 1-7,5 M H2SO4) karıştırma hızı (200-800 devir/dakika), reaksiyon süresi (0-360 dak.) ve sıcaklık (45-70°C) deney parametreleri olarak seçilmiştir.Başlık İngilizce**Abstract**The growing use of ferroalloys, especially ferro molybdenum (FeMo), in chemical and metallurgical industrial applications needed a straightforward dissolution method for FeMo. In this research paper, the dissolution of molybdenum and iron and dissolution kinetic from commercial grade FeMo by leaching with H2SO4 solution containing HNO3 as the oxidation agent were investigated. For the dissolution experiments, the amount of oxidant amount, lixivant concentration, stirring speed, reaction time and temperature were selected as variable reaction parameters. The results show that 2.5 g FeMo dust a leaching temperature of 70°C, a 4M H2SO4 with 0,8 mL HNO3 in 100 mL solution with 600 rpm and 360 minute leaching time, the recovery of Mo and Fe was +99%. Additionally, the dissolution kinetic of Mo and Fe are a diffusion-controlled process with activation energies of Mo and Fe 25.62 kJ/mol and 19.51 kJ/mol, respectively.  |
| Başvuru: 22/12/201XDüzeltme: 22/12/201X Kabul: 06/12/201X |  |
| **Anahtar Kelimeler**XxxxxXxxxxXxxxx |  |
| **Keywords**XxxxxXxxxxXxxxx |  |

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde molibden genellikle çelik, süper alaşımlar ve dökme demirin bazı veya çeşitli mekanik özelliklerini iyileştirmek için alaşım elementi olarak kullanılmaktadır. Örneğin, yüksek ergime noktasına sahip molibden, yüksek sıcaklıklarda çelik gibi birçok alaşımına mukavemet sağlamaktadır. Fakat çok yüksek ergime noktasından dolayı molibden endüstri kuruluşlarında demir (ferro) alaşımı şeklinde kullanılmaktadır. Bu alaşım ticari olarak ferro molibden (FeMo) adında satılmakta ve alaşımlandırma işlemleri bu alaşım üzerinde gerçekleştirilmektedir. FeMo, demir ve molibden metalinin birleşiminden oluşmuş bir alaşımdır. Dünya genelinde FeMo alaşımda molibdenin içeriği %60 ila %75 aralığında değişmesine rağmen, ticari olarak daha farklı molibden içeriğine sahip FeMo’ler bulunmaktadır [2,3,5-7]. Bugün en iyi bilinen FeMo üretim yöntemleri arasında, molibden trioksit (MoO3) ile demir (III) oksit (Fe2O3) tozlarının metalik alüminyum ile redüklenmesi veya MoO3’ün indirgen şartlarda demir tozları ile elektrik ark fırınlarından ergitilmesiyle, içeriğinde %50 ila %75 Mo içeren FeMo alaşımı üretilmektedir [2,10].

2. MOLİBDENİN ÇÖZÜMLENDİRME REAKSİYONUNUN TEMELİ (FUNDAMENTAL OF DISSOLUTION REACTION OF MOLYBDENUM)

Molibdenin doğada bulunan tüm formları arasında en düşük enerjili formları oksitli ve sülfürlüdür (MoO2, MoO3, MoS2 gibi). Bu nedenle, molibden herhangi bir kimyasal yapıdan başka bir yapıya dönüştürülmeye çalışıldığı sırada (eğer ortamda daha aktif yapılardan klor ve flor yoksa) ortamda bulunabilecek oksijen ve sülfür kaynaklarından yararlanarak en düşük enerjili formlarından birisine dönüşmek istemektedir [2,6]. Bu bilgi bize molibdenin sülfürik asit veya nitrik asitle çözümlendirilmesi sırasında molibden en kararlı formu olan oksitli bir yapıya dönüşeceğini bildirmektedir. Bu dönüşüm sırasında molibdenin yükseltgenerek bünyesinde kristal su barındırabilmesi çözeltide askıda durmasını sağlamakta ve çözünme işlemi gerçekleşmektedir.

Aşağıda verilen reaksiyonlardan da görüleceği üzere saf molibden metali nitrik asit, sülfürik asit ve nitrik+sülfürik asit karışımlarında oda sıcaklığında çözülebileceği termodinamik verilerden (Gibbs enerji değişimi) anlaşılabilmektedir. Fakat bu bilgi reaksiyonun kinetiği veya reaksiyon süresi hakkında herhangi bir bilgi sağlamamaktadır. Birinci denklemdeki reaksiyon bize molibden metalinin sülfürik asit içerisinde çözülebileceği göstermektedir, ancak sülfürik asidin kükürt dioksit, su ve oksijene parçalanması için 4 nolu reaksiyon sıcaklığın 625°C ve üstünde gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bilgi ışığında molibden metalini sülfürik asit içerisinde yüksek sıcaklıkta kavurarak veya eritiş yapılarak çözülebileceği anlaşılmıştır [2,9].

**Tablo 1.** Sertifikalı ticari kalite FeMo ve Tane Boyutu

|  |  |
| --- | --- |
| Elementler | % Ağırlıkça (m/m) |
| Mo | 63,84 |
| Fe | 35,74 |
| Cu | 0,38 |
| Tane boyutu | D50: 125 mikron |
| Toz yoğunluğu(Bulk density) | 3,38 g/cm3 |

$MM\left(h\right)=OM\left(h\right)+h\frac{∆OM\left(h\right)}{∆h}$ 3.1



**Şekil 1.** Nitrik asit miktarının çözeltiye geçen metal yüzdesine etkisi.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Ülkemizde sanayi devriminden beri demir (ferro) alaşımlarının kullanımı gün geçtikçe artış göstermektedir. Fakat bu ferro alaşımlarının içeriklerinin belirlenmesi ve/veya kimyasal yöntemlerle çözümlendirilmesi ile ilgili olarak çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Ticari kalite ferro molibden (FeMo) alaşımının sülfürik asit içerisinde nitrik asit oksitleyici ajanı varlığında çözümlendirilmesine etki eden koşulların belirlenerek reaksiyonun mekanizmasının kinetik olarak açıklanabilmesi şartları incelenmiş ve çözeltiye geçme şartlarına etki eden parametrelerin etkisi detaylı olarak araştırılmıştır. Sonuçlar, 2,5 g FeMo tozunun 70°C sıcaklığında, 4M H2SO4, 0,8 mL HNO3, 100 mL çözelti, 600 devir/dakika karıştırma hızı ve 360 dakika reaksiyon süresinde kullanıldığında Mo ve Fe in çözünme verimleri +%99 olarak elde edilmiştir. Ek olarak, Mo ve Fe in çözünme kinetiği reaksiyon mekanizması difüzyon kontrollü olduğu bulunmuş; Mo için 25,62kJ/mol; Fe için 19,51 kJ/mol olarak hesaplanmıştır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENTS)

Xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] J. Bear, Hydraulics of Groundwater, Dover, Minneola, 2007.

[2] B. M. Chen-Charpentier, H. V. Kojouharov, An unconditionally positivity preserving scheme for advectiondiffusion reaction equations. Mathematical and computer modelling, 57: 9 (2013) 2177-2185.

[3] D. K. Hetrick, Dynamics of Nuclear Reactors, University of Chicago, Chicago, 1971.