

Açık Ocak Geometrisi ile İlgili Tartışmalar

(Contributions to discussion of : «Optimizing pit Geometry»)

H. J. STUCKE

Steffen, Holt ve Symons açık ocaklarda tasarım planlama ve hazırlık işlerine değerli katkılarda bulduklarından kutlanmalıdır. Bildirinin büyük bölümü ideal bir ocağın geometrisini konu edinmektedir.

Bu bağlamda R için belirtilen «alanların oranı» kuralının yazarlar tarafından sadece bir yaklaşım olarak ele alınması ve çok az rağbet görmesi; ve de «yalnız, uçlardaki hacimleri, doğrultu boyunca uzanan hacime kıyasla önemsiz kılacak derecede doğrultunun uzun olduğu yerlerde geçerli sayılması şaşırtıcıdır. En basit hal ise:

(a) Cevher yatağının doğrultusunun bir doğru halinde olduğu,

(b) yatağın mostra verdiği ve

(c) cevher yatağının, ocağın uçları ötesinde, doğrultu boyunca devam ettiği ve böylece uçlarda hem örtü kazı ve hem de cevher kazı yapıldığı koşullarda oluşmaktadır.

Bu koşullar altında uçlardaki (şevlerin) eğiminin de 3 olduğu varsayılarak, R için alanların oranı kuralı da, birinci ilkedende elde edilebileceği gibi, aynı ifadeyi verir. Yani :

$$R = \frac{b + Hf \cot p + \cot ft}{a}$$

Burada, Şekil 1'e göre; b, ocak tabanı genişliği; a, da yatağın yatay genişliğidir; yani $b=on$ ve $a=or$ 'd ir. Bu hâlde R doğrultu uzunluğundan bağımsızdır.

Eğer mostra, örtülü mostra (sub outcrop) olur ve/veya bütün doğrultu uzunluğu ocak açıldıktan sonra ortaya çıkar ise (k, bu halde uçlarda yapılacak kazı yalnız pasa içerecektir) kural yine geçerli kalır, ancak, yukardaki bağıntı biraz daha uzar ve bu doğrultu uzunluğundan bağımsız kalmaz. Bu dik kesitteki bir cevher yatağındaki doğrultu yönü değişimi, normal olarak kuralı geçersizleştirmez ve bu nedenle de bildirede anlatılan idealize cevher yatağına uygulanabilir.

Şev güvenliği ile ilgili etmenlere ilişkin kısa bölüm, bu konuda oldukça deneyimli bir ekibin geçerli izlenimlerinin yararlı bir özeti. Açık işletmecilerin çoğu « α güvenlik faktörünü haiz» şeklinde tanımlanan bir şevden çok «kritik açıdan x derece daha yatkın» alan bir şev ifadesini kabullenmeye eğilimlidirler.

«Herhangi bir planlamaya başlamadan önce» şev açılan hakkında bilgi gereken hükümü daha ayrıntılı açığa muhtaçtır. Herhalde, Nchanga'da da genel şev acısı bilinmeden önce önemli ölçüde ön planlama yapılmış olsa gerektir.

Eğer bildiri içeriğindeki Nchanga cevher yatağı'nın plan ve kesitleri tipik ise bu yatak oldukça düzensizdir; ve bildirinin de yazarların, ocağı cevher yatağına uyarlatma tekniği hakkındaki görüşlerini, daha ayrıntılı olarak içermesi gerekir. Örneğin, ekonomik cevheri izlemek için, ocak şevinin nerede başlayacağı, ya da tersine, düzgün bir şev elde edebilmek için, ne kadar ek örtü kazı yapılacağı ya da ocak sınırında ne kadar cevher kaybı olacağı gibi. Taşıma yolları ile atık alanlarına ilişkin kapsamlı açıklamalarda da yol tasarımının toplam örtü kazı tutarı üzerindeki etkisi hiç söz konusu edilmemiştir. Eğer şevler maksimum güvenlik açısına göre tasarlanırsa, yollarda yapılacak en ufak genişletme dahi fazladan örtü kazı yapılmasına yol açacaktır.

Yazarların, «somut koşullar değiştikçe, nihai ocağın zaman zaman yeniden gözden geçirilmesi gerekir» şeklinde ifade ettikleri Özdeyiş, ocaklardaki planlama bürolarının duvarına çerçevelettilmelidir. Bir çok işletmede günün koşullarına uyarlanmamış bilgisayar programları üzerinde çalışılmaktadır.

Hatta bazı yerlerde, cevher yatağı hakkında işletmenin ilerlemesiyle gün ışığına çıkan bilgileri bile değerlendirmeden, basamak planları yapılmaktadır.

R yerine örtü kazı endeksinin kullanımı yerinde ve yararlıdır ve de bunun pratik geçerliliğinin sorulması da anlamsızdır, zira «pastanın nasıf olduğu yemeden anlaşılmaz» (the proof of the pudding is in the eating). Bununla birlikte, kuramsal zemin üzerinde, örtü kazı endeksi I/nin tenörden nasıl bağımsız kalacağına anlaşılması güçtür. R, birim cevherin üzerinin açılması için gerekli örtükazı miktarı ve I'da, birim bakır içeriğinin üzerinin açılması için gerekli örtükazı miktarıdır. Bunların ikisi de cevher tenörüyle ilgisi olmayan geometrik fonksiyonlardır, ancak, bunların ekonomik

limitleri Olan R^* ve I_0 maliyet, satış fiyatı ve randımanların fonksiyonudur. Maliyete etki eden etmenlerin bazıları rezervle, bazıları tenörle ve bazıları da zamanla orantılıdır ve tenörün nasıl bu bağıntıların dışında tutulduğu da açık değildir, örneğin.

C ss Bakırın ton başına satış fiyatı

M =s Cevherin ton başına çıkartım, kırma ve işletme maliyetleri (izabeden önceki maliyet Ç.N.)

5 = Bakırın tonu başına İzabe maliyeti.

6 = Bakırın tonu başına genel giderler ve yönetim giderleri.

r = % Cu tenörü

f —• Genel kazanım faktörü (genel randıman)

w = Ton başına örtü kazı maliyeti

ve $C = C' - S - G$ İse,

$$\begin{array}{cc} C.f & M \\ 100w & rw \end{array}$$

$$\text{ve } R^* = \frac{C.f.r}{100w} - \frac{M}{w} \text{ ve } I_0 = \frac{\hat{}}{r} \text{ olur.}$$

Yazarlar esas olarak, belirli tipteki bir cevher yatağını ele aldıklarını belirtiyorlar; ama yine de geniş bir uzmanlık alanı üzerinde duruyorlar ve bu, bildiriye değinilen bazı noktalar için daha ayrıntılı bilgi edinme isteğini doğuruyor.

O.K.H. STEFFEN (yanıt)

Bay Stucke alanların oranı kuralının, yaklaşım olmaksızın geometrik şekillere uygulanabileceğini öne sürüyor. Daha önce Robertson tarafından ortaya konan bir yaklaşımı biz de kabul ederek, bildirimizde R için çok basitleştirilmiş bir matematik bağıntı türettik; asıl yaklaşım da bu bağıntıdır. Alanların oranı kuralı için bildirinin isteksizlikle kaleme alındığının öne

sürütmesine üzüldük, çünkü böyle bir şey yok. Kuralın Loftus, Stucke ve Rankin⁹ tarafından ilk olarak açıklanmasından bu yana Nchanga'daki açık ocak planlamalarında geniş ölçüde uygulama alanları bulunmuştur. Deneyimlerimizin asıl yararı R değerinin belirlenmesi doğrultusunda değil, açık işletmelerdeki yüzey sınırlarının geçirilmesi doğrultusundadır. Stucke'nin bu sempozyumdaki bildirisi, bu en yararlı planlama aracının önemli ölçüde geliştirildiğini göstermektedir.

Genel şev acılarının ne zaman saptanacağı da Stucke tarafından soruldu. Planlama başlamadan önce genel şev açısı hakkında bilgilenmek gereklidir. Bu aşamadaki bilgi de, zemin koşulları ile su basıncı koşullarını göz önünde bulundurarak yapılan basit bir tahminden öteye geçemez. İşletme ömrü süresince yapılacak olan şev duraylılığı etütleri de, genel planlama çabalarının önemli bir kısmını oluşturur.

Bay Stucke'nin ortaya koyduğu kazı aynalarının «düzlenmesi» («straight walling») sorusunun yanıtlanması oldukça güç; zira, bunun çoğu keyfi kararlarla yapılmaktadır. Düz ayna yeğlenmesinin bir nedeni de şev kaymalarına, konkav eğriliklere göre daha çok müsait olan konveks eğrilerin planlardan denmesidir. Yazarların bildiği kadarıyla, bu konudaki tek niceliksel katkı, sempozyuma verilen bildiriye anlatılan şekliyle, Klumberley Sahasında eğrilik yarıçapı ile şev acısı arasında Piteau'nün ortaya koyduğu ampirik korelasyondan gelmektedir. Bununla birlikte genei anlamda, Nchanga'daki olabildiğince uzağa kadar, madenyatağı konturlarının izlenmesi eğilimi güncel işletme sürecinde verim bakımından bir sıkıntı yaratmamıştır. Tek bir basamaktaki, kontur değişiklikleri genellikle ihmal edilmiş ve bir teğet basamak - planlanmıştır. Nchanga'da basamaklar da cevher konturlarına teğet olarak plana geçirilmiştir. Son tahlilde bunun anlamı, aşırı örtükazı yapılmasıdır. Aslında ise bunun böyle ol-

ması gerekmez, zira basamaklardan en uzak yerlerdeki cevher, sonradan daha derinlere doğru taban eşinmesi (plgrooting) ile alınabilir. Bu nedenle de son cevher basamağının geometrisi örtü basamaklarının geometrisine uyulanır. Ancak bu ise, sadece cevherin planlanan son kazının altına kadar uzandığı yerler için mümkündür. Nchanga'daki daha küçük ocaklarda bu koşul egemen faktör olmadığından çoğu yerlerde aynaların düzlenmesi keyfi olarak yapıldı. Genel olarak, basamak aynalarının cevher konturlarına teğet olarak planlanması eğilimi, halâ geçerlidir. Çünkü stnr tenorun çok az altındaki bir tenörde küçük cevher miktarlarının içerilmesi toplu bir etki olmaktadır.

Bay Stucke, yol genişlikleri ve bunların ocaktan taşınan kazı hacimleri üzerindeki etkileriyle ilgili olan çok önemli bir soruna daha eğildi. Yazarlar, yollar arasındaki şev açılarının güvenli olması sağlayan koşullardaki yol sistemini içeren genel şev acısını söz konusu etmeyi tercih etmişlerdir, örneğin, bir ocağın genel şev açısının belirlendiği varsayılırsa, bu ocak aynasındaki yol genişliği, taşınacak alan malzemenin miktarını değiştirmez; fakat sadece yolun altındaki ve üstündeki şevin açısını değiştirir, yani Şekil Vdeki t/c ve t/s ara şev açılarını değiştirir.- Bay Klingmann'ın açıklamaları (daha sonraki sayfalarda) bu konuya daha da açıklık getirecektir.

Bay Stucke, örtü kazı endeksi İ₀'nin cevher tenörüne bağımlılığı konusundaki kuşku- larında haklıdır. Bu da birim bakır iç- rikli bir hacim elde edilmesi için gerekli olan cevher hacminin işletme giderlerinden kaynaklanmaktadır ve kendisinin gösterdiği gibi cevher tenorunun bir fonksiyonu olmak zorundadır. Oysaki Nchanga'da bu maliyet, diğer faktörlere kıyasla düşüktür ve bu nedenle de İ₀'nin değeri üzerinde çok az bir etkisi vardır. Değerli yorumları ve katkıları için Bay Stucke'e teşekkürler.

D.S. MÜLLER*

Açık ocak geometrisi yerel jeolojik değişimlerden etkilenebilir. Ocağın genel tasarımı tarafından ortaya konulanlardan çok daha yatık şevler tutulmasını zorunlu kılan yerel jeolojik zayıflıkların bir sonucu olarak, bir çok sorunlar ortaya çıkmaktadır. Diğer bazı hallerde de yerel coğrafya şev açılarını etkilemektedir. Örneğin, Kimberley'deki De Beers açık işletmesinde demiryolları ve karayolları gibi tesisler ite lojmanların yakınlığı halinde olduğu gibi.

Bu gibi özel hallerde, daha dik şevleri tutabilmek için yapay tahkimat araçları kullanılmış ve ekonomik olduğu görülmüştür. Bu tahkimat, genellikle, kazı aynaları içine açılan deliklere saplanan, gerilme dayanımı çok yüksek, çelik halat kirişlerinin kullanımıyla gerçekleştirilmektedir.

cStatik» ocaklar için sürekli kirişler, tevsi edilmekte olan ocaklar için de geçici kirişler kullanılmaktadır. Önce, açılan delikler içine derinlemesine kiriş ankorajı yapılmakta, sonra da, kazı aynasına yerleştirilen yük dağılım kaldırma tablası (load distribution jacking plate) vasıtasıyla kirişlere gerdirmeye uygulanmaktadır. Kirişler tarafından sağlanan toplam kaldırma kuvveti, l.O'ı aşacak güvenlik katsayısını sağlayabilecek şekilde dayanım gücü artırılarak tasarlanırlar.

Daimi Kirişler

Statik ocaklara kurulan daimi kirişler, uzun dönemde çürütücü etkilere maruz kalmayacak şekilde, ayrıntılı tasarım gerektirirler. Tasarımın ayrıntıları tamamlanmadan önce, saplamaların yapılacağı formasyonun bütün Jeolojik ve fiziksel karakteristikleri değerlendirilir. Özellikle de formasyonun su koşullarına, yani su basıncına ve suyun kimyasal bileşiminin tayinine dikkat edilir. Açık işletme koşullarında, beton veya çelik üzerine sülfat et-

(*) Genel Md., Boart prilling and Contracting Ltd.

kisi kuvvetle muhtemel olan sularla karşılaşılması sık sık görülen olaylardandır. Bu hallerde, çelik kirişlerin sülfat etkisiyle karşılaşmalarının) temin etmek için özel koruyucu önlemler alınır. Genellikle de çelik kirişleri kaplamak için katranlı tutkallar (epoxy tar resins) kullanılır. Ayrıca ek olarak, kirişlerin sıvanması için veya tahkimat Üe birlikte uygular» la bilecek herhangi bir cmentotama veya şotkrit işlemi için sülfat çürütmesine dayanıklı özel çimentolar kullanılır. Uzun dönemde oluşabilecek atmosferik alterasyon miktarının kısıtlanması için, kirişler yüzey koruyucuları ile de takviye edilir. Daimi ankorajların çelik takviyeli şotkrit ile kombine olarak kullanımının, ekonomik olabileceği görülmüştür.

Geçici Kirişler

Daimi kirişlerin sorunlar yaratabileceği tevsi edilmekte olan ocaklarda, geçici tesisler tertiplenir. Bu tesislerde kiriş, deliğin dibine yerleştirilen ankoraja tutturulur. Kiriş delik içinde betonlanmaz ve ankorajdaki özel bir tahliye tertibatı da işi biten kirişlerin kaldırılıp götürülmesini sağlar. Sonra yeni bir basamak aynasının çalışmasına başlanıldığında da kirişler ve ayna ankoraj düzenleri yeniden kullanılabilir. Burada zarar hanesine geçen tek kalem delik içinde bırakılan uç saplamasıdır. Bu uç saplamanın boyutları nispeten kısıtlı olduğundan işletme sırasında hiçbir sorun doğmayacaktır.

Bir diğer seçenek de gerilme dayanımı yüksek kirişleri gerdirmeksizin deliklere indirmek ve sonradan bunları oldukları yerlerde çimentolamaktır. Kazı aynası ilerledikçe kayaç ile beton içindeki çelik arasındaki bağ transferine (bond transfer) bağlı olarak kirişlerde gerilimler oluşur ve bu da uygun denge koşulları yaratır, Kazı daha da ilerledikçe aynadan dışarıya fırlayan kirişler kesilip kopartılır ve yeni kirişler yerleştirilir. Bu işlem de devrederek sürer gider.

Ankoraj Tipleri

Değişik tiplerde ankorajlar vardır. Kullanılan belli başlı ankoraj tipleri aşağıdaki üç bölümde sunulmuştur.

(a) Mekanik Ankoraj

Sert kayaç koşullarında genişleyen kama (expanding wedge) prensibi esasına göre çalışan ani (instantaneous) mekanik ankoraj tertibatı kullanılır.

(b) Betone Ankoral (Grouted anchors)

Sert veya sertimsi kayalar için betone tip ankorajlar kullanılabilir. Bu da delik dibine yerleştirilen hare malzemesi (çimento veya reçine), kiriş ve çevrel formasyonlar arasındaki bağ gerilimleri aracılığı ile kirişin saplanması yoluyla oluşturulur.

(c) Geniş Delik Ankorağı (Under-reamed anchors)

Paralel tip betone ankorağın aşırı uzun ve bu nedenle de pahalı hale geldiği yumuşak formasyonlarda, bu tip ankoraj kullanılır. Geniş delik ankoraj türü yumuşak malzeme içerisinde mekanik kilitlenme temin eder. Genişlemiş delik alanı da, ya çimento ya da reçineden karılan harç malzemesi ile doldurularak ankoraj sağlanmış olur.

Çeşitli kapasitede kirişler vardır; en çok kullanılanlar 36 000 kg ile 225 000 kg arasında olanlardır. Kiriş kuvveti, formasyonun dayanımına, ayna ankoraj yük dağıtım düzenine ve ekonomikliğe bağlı olarak belirlenir. Herhangi bir uygulanan toplam yük eşdeğeri için, yüksek kapasiteli kirişlerin daha düşük kapasiteli kirişlerden daha ekonomik oldukları açıktır.

Şev duraylılığında formasyon su basıncı önemli rol oynadığından; ve su da, genellikle yapay tahkimata gereksinim duyan jeolojik düzensizliklerle bağıntılı olduğundan; dengeyi bozacak fazla kuvvetin minimumda olduğundan emin olmak için; yapay tahkimatla birlikte özel drenaj yöntemlerinin uygulanması, genellikle ekono-

miktir. Her bir drenaj düzeni, sahanın özelliklerine göre düzenlenmeli; ve bunlar ocak aynasının arkasında, yukarı doğru delinmiş delikleri olan tünel, ya da diğer bir seçenek olarak da, ocak aynasından formasyonun içine yukarı doğru, belirli bir açıyla delinecek delikler şeklinde olabilir. Uygun drenaj sağlamada, formasyondaki su rezervuarlarından, sondaj deliklerine doğru suyun sızabilmesi için, bu delikler hidrolik olarak çatlatılır. Bu iş için, çatlak oluşturan özel araç ve gereçler geliştirilmiştir.

Ocağa giriş basamaklarının kazıldığı açık ocaklarda, basamakların ortalama eğimleri (şevleri) belirli bir ocak için en ekonomik olan optimum şeve eşit olduğundan, basamak ayna şevleri, bu optimum açıdan daha dik olabilir. Bu durumda, basamak aynalarında küçük mevzî kaymalar olabilir ve yapay tahkimat, ekonomik bir çözüm olabilir.

O.K.H. STEFFEN (yanıt)

Bu, dik şevlerin tahkimatı için yapay araçların ilginç bir anlatımıdır. Derin ocakların kazı işleminde, ankorajlar çok yaygın kullanım alanı bulmuşlardır; ve Müller'in bulunduğu ilkelerin, büyük ölçekli açık maden ocaklarında kazı maliyetini azaltmada başarıyla uygulandığını görmek ilginç olacaktır.

H.L. KLINGMAN*

Açık ocak tasarımının bir uygulamalı ve kuramsal yönüne dikkatleri toplamak gerekir. Belirtmek istediğim, işletmenin devamlılığını ve enstantane örtü kazı oranını ve dolayısıyla da işletmenin kısa dönemde kârlılığını temelden etkileyebilecek olan ocak içi yolların (rampaların) eğimleri ve bunların cevher yatağıyla ilişkili olarak yerleştirilmesidir.

Tüm cevher ve pasa, bir rampa sistemiyle taşınmak zorundadır. Genel olarak, ocak derinleştikçe güvenli bir rampa sistemi

(*) Teknik Yardımcı, General Mining and Finance Corporation Ltd. Johannesburg.

önem kazanır ve rampa sisteminin ocak tabanına uygun bir açıyla uzatılması zorlaşır,

1. Gereksinilen Rampa Sayısı

Eğer belirli bir ocakta, normal olarak ocak dibinden (tabanından) kazılan cevheri kaldırmak için bir tek rampa varsa, bu rampa güvenli bir durumda olmak zorundadır. Rampayı yitirme riski en aza indirilmelidir. Eğer bu tek yol tahrip olacak olursa, cevherin zenginleştirme tesislerine akışı, muhtemelen ardı ardına oluşacak tersliklerle, uzun bir zaman için duracaktır.

Uygulamadan gelen deneyimler göstermiştir ki; zenginleştirme tesislerine sürekli cevher akımı ancak, birbirinden bütünüyle bağımsız ya da bir birini belirli bir noktada kesen iki rampa sistemiyle sağlanabilir. Bu ise normal olarak, cevher ve pasa taşımada kullanılan kamyonların birbirinden bağımsız çalışmasını sağlayacaktır.

2. Jeolojik Yapı Hakkındaki Bilgilerin Önemi

Rampa Sistemleri, çeşitli jeolojik tabakalarla ve cevher yatağı ile yantaşın genel yapısal özellikleriyle ilişkili olarak tasarlanmalıdır. Böylesi tasarıma iyi bir örnek, Nchanga'daki Fitula açık ocağı için yapılan planlamadır. Bu örnekte, örtü malzemesini taşımada kullanılacak rampa sistemi —çatlaklı olsa da— sağlam kayaç boyunca geçecek; ve kayaç üzerini kaplayan yumuşak, doymuş, aşınmış malzemelerden oluşan kalın tabakalardan kaçınacak şekilde tasarlanmıştır.

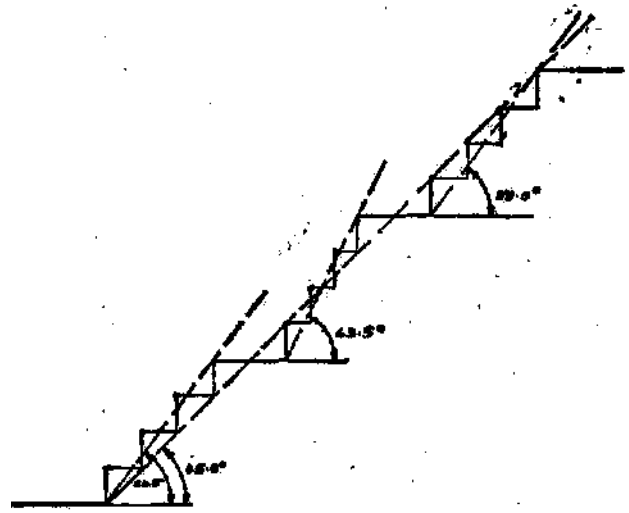
Böylesi bir tasarım işinde gerekli olan bilgiler; genel yapısal plan; ve cevher yatağı ve çevresindeki yantaşın, bir ucundan öteki ucuna kadar aralıkları düzenli olan kesitlerden ibarettir.

Tavan ve taban taşı tabakalarının iyi belirlenmesi gereklidir. Bu bilgiler, açık ocak tasarımında kullanılacak şev acılarının belirlenmesinde de gereklidir. Bu gerek-

sinmeler, potansiyel nitelikteki bir cevher yatağı aranmaya başladığı sıralarda zihinlerde şekillenmelidir. Çatlak ve benzeri oluşumlardaki yakın gözlemler kullanılmadan önce tüm cevher yatağının bir doğru ve ayrıntılı yapısal tanımının edinilmesi önemlidir.

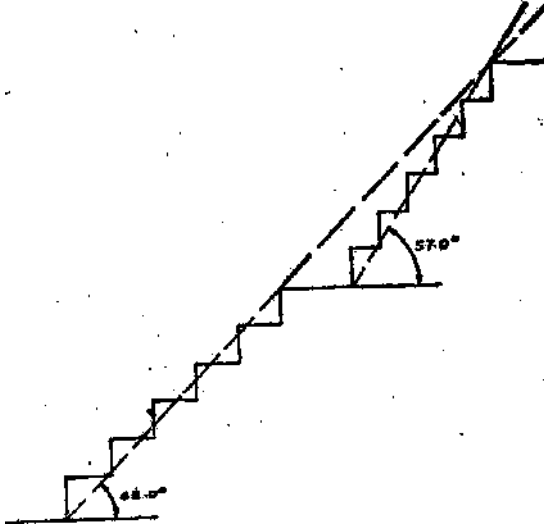
3. Rampa ve Şev İlişkisi

Uygulamadan kazanılan deneyimler göstermiştir ki; açık ocağın belirli* bir kısmındaki, genel şev açısı genellikle; iki rampa arasındaki şev açısı, bir rampanın altındaki şev açısı ve rampanın genişliği tarafından belirlenir. Aynı açık ocaktaki değişik şevler, ya da aynı şevin değişik bölümleri için, farklı güvenlik payı uygulanır.



Şekil 1. Aynı kesitte iki rampanın görüldüğü bir açık ocak kesiti.

Şekil 1'de iki rampanın da aynı kesitte görülmesi durumundaki bir açık ocaktan geçen bir kesit görülmektedir. Eğer tkl rampanın arasındaki ve üstündeki şevler çok dik ise, düşen kaya parçalarını tutacak basamak genişliği sağlanmamış olacaktır. Rampalar arasındaki dik şevler, genel şevler halen durağan olsa bile, mevzi özellikler nedeni ile bazı sorunlar yaratabilirler.



Şekil 2. Tabana değin bir rampanın görüldüğü bir açık ocak kesiti.

Şekil 2'de, bir tek rampanın tabana indiği bir ocaktan bir kesit görülmektedir. Rampanın aşağı ve yukarı kısımları için değişik şev açıları uygulanmıştır. Rampanın yukarı kısımlarındaki malzemelerde bir kayma oluşacak olursa, rampa nisbeten kısa zamanda yeniden temizlenebilir. Eğer rampa bir çöküntü nedeniyle kapanacak olursa, ocak tabanına giden yolu yeniden inşa etmek uzun bir zaman alacaktır. Bu ise taşıma yollarındaki dönemeç sayısını ve bir kesite düşen rampa sayısını en aza indirmeyi sağlar. Belirli bir kazı alanından kaldırılacak örtü hacmi, bir ölçüye kadar, bu düşüncelerle belirlenecektir.

4. İşletmenin Sürekliliği

Herhangi bir açık ocak için en azından ardışık, iki çalışma planının tasarlanması ve çizilmesinin gerekli olduğu görülmüştür. İkinci aşama planlara uyarlamak için, birinci aşama planlarda çizilen rampaların —bazı zamanlarda çok fazla olmak üzere— değiştirilmesi gerektiği görülmüştür. Bu ise, duyarlı bir ardışık kazı işlemini olanaklı kılmakta ve işletmenin sürekliliğini sağlamaktadır. Ocak derinleştikçe, tasarım yaşamsal önem kazanmaktadır. Yukarıda anılan Fitula açık ocak tasarım çalışmalarında, rampa sistemi yerleşiminin değiştirilmesiyle sabit miktardaki bir

cevheri açığa çıkarmak için kaldırılması gereken örtü hacminin, birkaç milyon yarda küp azaltılabileceğini de göstermiştir.

5. Sonuç

Çoğu açık ocakların ömrü otuz yıl ya da daha fazla olmaktadır. Nihai ocak sınırlarının, ocak ömrünün ilk zamanlarında belirlenmesi gerekir, ki böylece yüzey tesisleri güvenli yerlere yerleştirilebilsin. Düzgün, güvenli ve sürekli bir işletme sağlayabilmek için ardışık kazının tasarlandığı zamanlarda, açık ocak tasarımının yukarıda tartışılan özellikleri zihinlerde oluşmaya başlayabilir.

O.K.H. STEFFEN (yanıt)

Klingman'm rampalar ve bunların şev açıları üzerindeki etkileri konusundaki, değerli katkılarını dinledik. Rampalar arasındaki şev açılarının tasarımında, olası küçük kaymalar yüzünden bir rampanın kaybedilmesi tehlikesini azaltabilecek değerli bir görüş ileri sürmüştür. Yazarlar, Klingman'm lavantası formasyonunda jeolojik bilgilerle ilgili gözlemlerini bütünüyle doğrulamaktadır. Klingman konuşmasıyla, aslında, bizim bildirimize değerli katkılarda bulunmuştur

R. DANIEL*

Bazı kısa eleştirilerim olacaktır. Siz istediğiniz gibi tasarım yapabilirsiniz; fakat işletmenin başarısı bütünüyle, ocağın işletilmesini yürüten mühendislerin denetim ve yeteneklerine (zekâlarına) bağlıdır. Bu nedenle ben, şu sloganı öneriyorum: UYGULARKEN TASARLA.

Mü 11e'nin bahsettiği, Kimberley'deki De Beers Madenin tahkimatı ile ilgili olarak; ben sunuş bildirimde, bu çalışmanın ast) amacının, açık ocağın güney sınırına yakın olan ana demiryolunu korumak ve yeraltı blok - göçerime yöntemi He alınmakta

(*) Danışman Mühendis, Anglo American Corporation of South Africa limited.

olan cevherin daha fazla seyrelmesini önlemek, olduğunu belirtmişim. Anılan Madenin, açık ocak yöntemiyle işletilmesine hiç bir zaman niyetlenilmedi.

HJ. VAN DER HOVEN»

Eğer, ocağın ömrü boyunca R örtü kazı oranı ile çalışmaya niyetlenecek olursanız, daha aşağıdaki cevherlerin üstünü açmak için üst kotlarda kazılan Örtünün yetersiz kalacağı gerçeği nedeniyle; kısa bir zaman sonrasında zorluklarla karşılaşacaksınız.

Bu nedenle, Steffen'in de belirttiği gibi, sabit bir cevher üretimini sağlamak için R, işletmenin başlangıcında sonsuz, madenin Ömrünün sonuna doğru da sıfır, olmak üzere değişir. Bu da, İşletmenin başlangıcında, fazladan ya dadana büyük ekipmanlar ve dolayısıyla da, normalden daha büyük yatırım gerektiği anlamına getirir. Böylece, proje kârlı görünmesine karşın bu yüksek ilk yatırım tutarı, profenln gelişmesini engelliyebİHr.

O.K.H. STEFFEN (yanıt)

Cevherin üstünün açılması için, Ön örtü kazının yapılmasının gerektiği, doğrudur. Bu örtü kazısı cevher üretiminden önce yapılır ve yeni bir maden durumunda da, masrafları yatırım harcaması olarak kabul edilir.

İlk cevherin üstü açıldıktan sonra, bir yıllık cevher üretimi için kaldırılması gerekli örtü malzemesi hacmi, bundan sonra normal olarak ya sabit olur, ya da ocak şev açısına bağlı olarak, derinlikle birlikte artar. Bu nedenle, işletmenin başlangıcında daha büyük ya da fazladan ekipmana değil fakat, cevherin üstünü açmak için zamana gereksinim vardır. Bir cevher yatağının oldukça derinde olması ve dolayısıyla da başlangıçtaki örtü kazı oranının çok yüksek olması durumunda, cevher yatağının açık işletme ile ekonomik olarak işletilmesi kuşkuludur.

(*) Müessese MOD., Uis Tin Mine, Southwest Africa.

V.R. SYMONS (yanıt)

Bir cevher rezervini hesaplayabilmek için cevher ve pasa tanımını yapmada, önceden belirlenmiş sınır tenor gereklidir. Ba*kır fiyatlarının değişken olması sonucu, bu sınır tenor zaman zaman, işletilebilme sınırın olmak zorunda olmayan gerçekten rastgele bir değerdir. Belirli bir cevher yatağı İtin, her biri değişik sınır tenörü olan çeşitli cevher rezervi hesaplamak mümkündür. Bu sınır tenor dizisinden, bildirimizde de belirttiğimiz gibi, baskın gelen ekonomik etmenlere bağlı olarak zamanla değişecek bir optimum sınır tenor belirlenebilir.

Herşeye karşın Nchanga Consolidated bakır madenlerinin Chingola Bölümünde s*nır tenorun belirlenmesi oldukça karmaşık bir sorundur. Her biri mineralojik olarak çok farklı, değişik oranlarda oksitli ve sülfütlü mineraller İçeren 7 ayrı kaynaktan merkezi zenginleştirme tesisine besleme yapılmaktadır. Seçimli flotasyon sonucu oluşan oksitli konsantreler Chingola Bölümünde işlenir ve sülfürtü konsantreler. Rokana ve Konkola konsantrelerini de İşleyen, Rokana'daki anlaşmalı İzabe tesisine gönderilir.

Hem oksitli ve hem de sülfütlü cevherlerin farklı ekonomik sınır tenörlerle ve her bir cevher yatağının kuramsal olarak kendine özgü sınır tenöHerinin olması gerektiği görülmektedir. Bu sorun ile ilgili olarak oldukça çok sayıda teknik araştırma sürdürülmektedir, fakat şimdilik, geçmişte olduğu gibi toplam yüzde 1,5 balar olarak seçilen sınır tenor için, cevher rezervi hesaplanmaktadır. Bu nedenle. «Nihai Ocak» bölümünde biz, toplam yüzde 1,5 bakır sınır tenöre göre değerlendirilen, tamamen tanımlanmış cevher yatağı olarak gösterdik.

Zambia bakır kuşağında «fazla kazı» (over mining) için herhangi bir kısıtlama yoktur ve optimum İşletme programı uygulanmalı. Bir başka deyişle, toplam rezerv İşletilmelidir, böylece gözümüz ocakta kalmayacaktır.