

RADYOAKTIF İZOTOPLAR VE MADENCİLİKTE KULLANILMALARI

Derleyen:

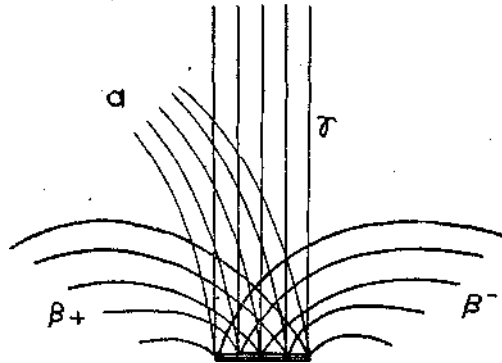
Dr. Müh. H. Erkan

Radyoaktif şuların, tatbikatı ve bunlardan istifade hemen her sahada gün geçtikçe ehemmiyetini arttırmakta ve hissettirmektedir. Bu yazıda radyoaktivitenin maden ve daha ziyade kömür ocakları için ne gibi imkânlar gösterdiği, bunların bu sahadaki tatbikatına ait istihfâmı cevaplandırabilmek için bir arada derlenmiştir.

Literatüre göre, radyoaktivitenin bu sahada tatbiki çok kısa, hemen hemen on senelik bir mazi göstermekte, bu kısa zamana mukabil ise geniş bir tetkik ve meşgale mevzuu olduğu görülmektedir.

Herşeyden evvel, hatırlatma ve mevzua intibak gagesi ile radyoaktivite esasları hak-

kında kısa bir izahat aşağıda derlenmiştir. Atom yapısı ve bilhassa Atomçekirdeği ile meşgul olan ilim dalı bilindiği gibi Atom Fiziğidir, Atom fiziğinin doğuşu olarak, Uran cevherlerinin (**Bequerel**, tarafından ve daha sonra Curie'ler tarafından Polonyum ve Radium'un Röntgen ışınlarına benzer ışınlar gönderdiklerinin ve bu ışıkların gönderilişlerinin tamamen bu maddelerle alakalı oluşunun tesbitini kabul edebiliriz. Kısa bir zaman sonra, bu ışınların bir element parçalanmasına yani Radiumun atom çekirdeğinin değişmesi neticesi başka bir element'e dönüşmesine istinat ettiği tanındı. Bu esnada muhtelif ışınlar intişar etmektedir. En çok intişar gösterenler α , β ve γ ışınlarıdır. (Şekil 1)



**ŞEKİL : 1 RADYOAKTIF İŞINLARIN MANYETİK
ALANDA SAPMALARI**

α ışınlarının Helyum atomu çekirdekleri olduğu çok çabuk tesbit edilmiştir. Yükleri pozitifdir. (3 ışınları yükleri - olan elektronlardır γ ışınları ise elektro manyetik dalgalarıdır. Röntgen ışınları gibi γ ışınları manyetik bir sahadan müteessir olmazlar, β ışınları ise büyük bir sapma gösterirler, α ışınlarının gösterdiği sapma ise (3 ışınlarına nisbeten daha azdır. Dördüncü bir ışın α ışınlarının saptığı istikamete sapar ve (3 ışınlarına benzer, bunlar + yüklü elektronlar veya pozitronlardır.

Bütün bu ışınlar, Floresans bir levhada ışık meydana getirir, bir fotoğraf kâadını karartır ve alçak tazyikte bulunan bir gazı iyonize ederler. Bu sebeblede iyonize eden ışınlardan bahsedilmektedir. Bahsi geçen ışınlardan en fazla iyonize etme kudreti olan α ışınlarıdır (3 ışınları için bu, bu değerinde bir α ile yüzde biri arasındadır, γ ışınları için ise tekrar bir ondabir nisbetinde küçülür.

Bu meyanda α , β , γ ışınlarından başka Atom değişmelerinde "ekseriyetle rol oynayan

diğer ışınlar (Neutron ve Proton gibi) zikretmek lâzımdır. Bunlara, boşluktan bizim atmosferimize büyük bir enerji ile giren kozmik ışınlarda dahildir.

Bir elementin radyo aktif olup olmaması onun atom yapısına bağlıdır. Atom çekirdeği proton ve neutronlardan müteşekkildir. Protonların pozitif yükü, çekirdeğin etrafında periyodlarında devreden elektronlarla muvazenededir. Atom ağırlığı, atom çekirdeği tarafından tesbit edilir, bir elektronun ağırlığı, bir protonun ağırlığınının 1840 da biridir. Neutronlar, protonlarla aynı ağırlıkta olup, elektrikçe nötrdür, kimyasal bakımdan, aynı özellikleri gösteren, fakat atom ağırlıkları, yani çekirdeklerindeki neutron sayısı farklı olan elementlere isotop denir. İsoptoplar ekseriyetle, az veya çok bir radyoaktivite gösterirler ve stabil isotopa nazaran atom ağırlıkları daha az veya çok olabilir. Atom ağırlığı farkı, hafif elementlerin isotoplarında daha çok ve meselâ hidrogen ve ağır hidrogen "deuterum" de en fazladır. Hidrogenin diğer bir isotopu atom ağırlığı 3 olan tritiumdur. Bu iki isotop - hidrogen bombası denen - Atom bombasında mevcuttur.

Birçok elementin muhtelif isotopları vardır. Meselâ karbon için normal element O^2 den başka radyo aktif olan C^{14} isotopu mevcuttur. Ayrıca Atom fizikçileri normal element çekirdeğine yalnız neutron değil, proton ithal etmede muvaffak olmuşlardır. Bu suretle karbondan sentetik azot N^{14} istihsâl edilmiştir. Yeni elementlerin sentetik teşekkülleri, büyük çapta atom bombalarının infilâkında vuku bulmaktadır.

Her elementin stabil bir şekli vardır. Bu stabil isotop veya normal element diye tanıyoruz. Bir çok hallerde stabil isotopun çekirdeğindeki neutron ve proton sayısı birbirine müsavidir. Ve bu nisbet herhangi bir istikamette bozulursa Atom dışarıya radyoaktif ışınlar gönderir, bu yüzden bunlar radyoaktif isotop olarak tesmiye edilirler, sentetik olarak istihsâl edilen radyoaktif isotoplardan başka, tabii, radyo-aktif isotoplar da (Uran, Thorium, Radium) bilindiği gibi mevcuttur.

Radyoaktif bir preparatın kuvveti, aktivitesi Curie ile ölçülür 1 C, 1 gr radiumda 1 saniyede parçalanmış atom sayısıdır ki buda $3,7 \times 10^{10}$ a eşittir, az ve çok aktivite'leri ölçmek için bu değer biner, biner küçültülen veya büyültülen değerleri ünite olarak alın-

mıştır. Aşağıdaki cetvelde bunların ad, değer ve sembolleri gösterilmiştir.

	Brim	Sembol	Saniyede parçalanmış atom sayısı
Megacurie	1.050.000 C	[M C]	$3,7 \cdot 10^{16}$
Kilocurie	1.000 C	[K C]	$3,7 \cdot 10^9$
Curie	1 C	[C]	$3,7 \cdot 10^7$
Millicurie	10^{-3} C	[mC]	$3,7 \cdot 10^4$
Mikrocurie	10^{-6} C	[μ -C]	$3,7 \cdot 10^1$
Nanocurie	10^{-9} C	["C]	$3,7 \cdot 10^{-2}$

Atomların parçalanması, hudutsuz değildir, bilâkis zamanla stabil bir şekle vasıl olurlar, veya başka bir deyimle, maddenin radyo aktivitesi zamanla azalır. Aktivitenin, baştaki aktivitenin, yarı değerine düşünceye kadar geçen zamana "yarılanma müddeti" denir. Eğer bir preparatın başlangıçtaki aktivitesi I_0 ve yarılanma müddeti S ise t müddeti sonunda preparatın aktivitesi I_t ise bu

$$I_t = I_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \lambda = \frac{0,693}{S}$$

Yarılanma müddeti, isotoplara göre, çok küçük zaman birimlerinden, yıllara kadar değişen bir değer gösterir. Bahsi geçen carbon'un radyoaktif isotopu C^{14} ün yarılanma müddeti 5720 senedir. Atmosfere gelen kozmik şualar, daimî olarak radyoaktif isotoplarm teşekkülüne sebep olurlar, bu şekilde meselâ, bir neutron bir azot atomuna çarparsa, bir proton atılması ile aşağıdaki müsavatta görüleceği gibi, radyoaktif karbon atomu teşekkül eder.

${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{6}^{14}\text{C} + {}_{1}^{1}p$ atom fiziğinde bu aşağıdaki şekilde gösterilir $N^{14} (n,p) C^{14}$ Bu C^{14} dü bitkiler, asimilasyon yolu ile kendi bünyelerine alır ve biriktirirler. Tecrübeler göstermiştir ki aktif karbon atomlarının, normal karbon atomlarına nisbeti sabittir. Bitki öldükten sonra asimilasyon durur, yani bitkinin bünyesine artık hiçbir aktif karbon atomu giremez, bilakis mevcut olanlar parçalanmaya başlar, o halde C^{14} ün C^{12} ye nisbetinden C^{14} ün yanılanma müddeti nazan itibara alınarak, oldukça kati olarak, bulunan bitkisel arkeolojik maddelerin yaşını tesbit edebiliriz. Bu zaman tayinleri mafih umumiyetle "Yanılanma müddetinin" altı misline kadar mümkündür. Yani C^{14} le yapılan tayinle de takriben 30.000 seneye kadar, meselâ potasyum yataklarında bunların yaşının tayini yanılanma müddeti $1,3 \cdot 10^9$ yıl

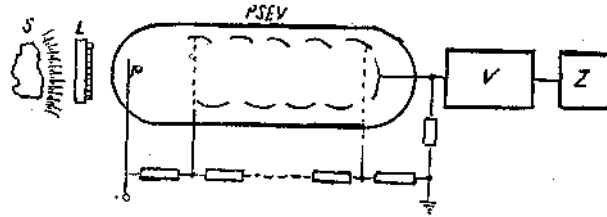
olan K^{40} in miktarına göre yapılır, liran ya-taklanndaki isotop miktarı ve nisbetleri de aynı şekilde ve bu yönden dünyamızın yaşının hesabına yardım etmiştir.

Radyoaktivite bahsinde bilinmesi icab eden diğer bir mevhumda ışınların enerjisi-dir. Atom fiziğinde enerji birimi Elektronen Volt (e V) dir. Ekseriyetle kilo - ve MÜyonelektronen Volttan bahsedilir. 1 MeV (1.Mİl-yonelektronenVolt) bir elektronun 1 milyon Voltluk bir gerilimden geçerken kazandığı enerjidir ki bu $1,63.10^{-2}$ Kgm. dir. Enerji bakımından zayıf ve kuvvetli ışınlardan bahsedilir. Müteakip cetvelde, bilhassa maden ocaklarında kullanılması akla gelen isotoplar muhtelif karakteristikleri ile bir araya toplanmıştır.

Yazının başında işaret ettiğimiz özelliklerden (Floresans levhada, ışık hasil etme, fotoğraf kâadmı karartma ve gazleri iyonize etme) radyoaktif ışınların ölçülmesinde' istifade edilir.

Radyoaktif ışınların en eski isbatı, bunların muayyen bir madde üzerinde (bakırla aktiflendirilmiş çinko sülfat, Natriumiyodür kristali gibi) ufak bir ışık kıvılcımı hasil etmesine isnat eder, ölçme aletlerinde bu sintilasyonlar bir yükseltici vasıtası ile bir elektrik akımına tahvil edilir ve ikinci bir kuvvetlendiriciden geçtikten sonra bir sayıcıda tesbit edilir. (Şekil 2)

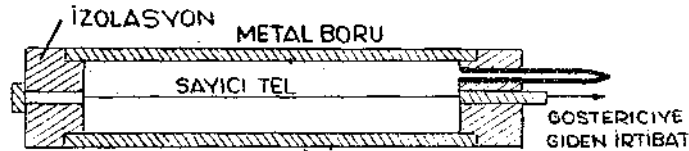
Sintilasyon-sayıcılar bilhassa y ışınlarının ölçülmesinde iyi netice verirler. Bunların



ocaklarda kullanılması, gerilim değişmelerine ve çarpmalara karşı çok hassas oluşlarından bugüne kadar yalnız jeolojik araştırmalara inhisar etmiştir.

Radyoaktif ışınların iyonlaştırıcı tesiri ise, iyonlaşmanın tesiri ile ölçülür. Bunun için iyonlaştırma kamarası veya geiger sayacı kullanılır. İyonlaştırma kamarası, içinde muayyen bir voltaja bağlanmış bir elektrod bu-

lunan metal bir kutudan ibarettir. Kamarada bırakılan bir açıklıktan içeri giren ışınlar, yüklerine göre ya kamaranın duvarlarına veya elektroda çarparlar ve elektrik yükleri, kâfi derecede hassas bir elektrometre ile ölçülür. Geiger sayacı, radyoaktif şuaları ölçme ve tesbitte kullanılan en tanınmış alettir. (Şekil: 3) Bu mihverinde 0,05 ilâ 0,2 mm kalınlığında isole edilerek gerilmiş bir Wolfram



ŞEKİL 3 GAYGER - MÜLLER SAYACI

tel bulunan metal veya elektrik nakledebilen cam bir silindirden ibarettir. Silindir gayet alçak tazyikte gaz şeklinde bir halogen, argon veya alkolle doludur; Tel pozitif, kutu ise negatif kutba bağlanırsa silindir içindeki gaz iyonize olur. Umumiyetle kullanılan gerilim 400-1200 volt arasındadır. Sayma borusunun elektrikli sahasına giren iyonlaştırıcı ışınlar yani radyoaktif ışınlar ikinci bir iyonlaşma-ya, sebep olurlar buda teldeki gerilimde tak-

riben 10 volttan 100 volta kadar bir düşmeye sebep olur, bu gerilim düşmesi bir kuvvetlendirici vasıtası ile iştirilir, görülebilir veya ölçülebilir şekle getirilir.

Y Işınların ölçmek için oldukça kalın cidarlı bir silindir kullanılır. (5 Işınları için ise cidar çok ince olmalıdır, bu takdirde cidar ya ince camdan veya 0,1 mm kalınlığında alüminyumdan müteşekkildir. Pencere

(Glimmerfenster) geiger sayaçları, ocak in-melerindeki basınç değişmelerinden müteessir olmaktadır, bunun için kapalı işletme de yapılan ölçmeler için uygun değildirler. Aynı sebepten çok düşük şiddette ışınları ölçmede kullanılan aletlerde kapalı işletme ölçüleri için gayri müsaittir.

Harici tesirler için gayet iyi korunmuş olan bazı cihazlar son zamanlarda muhtelif firmalar tarafından imâl edilmektedir.

Kullanılacak isotopun seçilmesinde muhtelif faktörlerin göz önünde tutulması lâzımdır.

- 1 — Işın cinsi
- 2 — Işın enerjisi
- 3— Yarılanma müddeti
- 4 — Mecmu aktivite
- 5 — Işın zararları
- 6 — Element veya kimyasal bileşik
- 7 — Kimyasal ve fiziksel özellikler.

Maden işletmeleri için mevzubahis olan ışınlar pratik olarak sadece β , Y ve neutron ışınlarıdır, radyoaktif isotoplarm ekserisi P yayımlayıcı olmasına rağmen, bunların çoğunun ışınlarının nüfuz kabiliyetinin az oluşu düşünülen maksatlar için kullanılmasına engel teşkil etmektedir. Neutron ışınları ise çok küçük bir tatbik sahası bulmuştur. Bunlar umumiyetle neutron özelliklerinden istifade edilmek istendiğinde veya diğer maddelerin aktifleştirilmesi için kullanılırlar. Diğer bir zorluk Neutron sayıcılarının temini imkânıdır. Bu yüzden birçok tecrübe ve araştırmalar için yalnız Y ışınları kalmaktadır.

Işınların nüfuz kabiliyeti, ışınların enerjisinin bir fonksiyonudur. Tecrübeler için lüzumlu radyoaktif madde miktarını ise, maddenin aktivitesi ve yanlanma müddeti tayin eder.

- Teknik ve ilmin birçok bölümlerinde radyoaktif isotoplarm kullanılması hakkında mevcut bir çok bilgi ve imkânları maalesef doğrudan doğruya maden ocaklarında tatbik imkânı yoktur. Çok hassas aletlerin ocaklarda kullanılmasının mahzurları bir yana, patlamalara karşı korunma tedbirleri de, bunların tatbikatı için bir çok güçlükler doğurmaktadır. Bundan mada radyoaktif preparatların ocaklara daimi veya tecrübeler için yerleştirilmesi, insan bünyesi üzerinde yapabileceği zararlardan dolayı çok sıkı kontrol ve kaideler altında tutulmalıdır. Bu da radyoaktivitenin bu sahadaki tatbikatının ge-

nişleme imkânım önleyen bir mahzurdur. Ocaklarda radyoaktivite kullanılırken radyoaktiviteyi nerelerde kullanabiliriz diye değil neden arzu edilen ölçme veya araştırma için radyoaktiviteden başka birşey uygun değildir diye düşünmek lâzımdır.

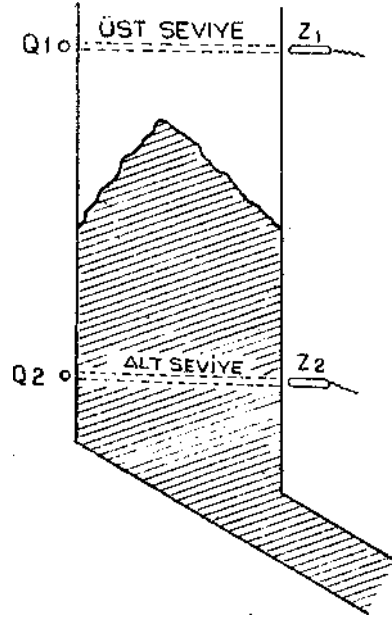
Meselâ sevk arabalarını saymada ve doldurulmalarını kontrolde, radyoaktif ışınlar yerine, fotoselüllü tertibatlar tercih edilmelidir aynı şekilde vagon şevklerinde bölme kapılarının otomatik olarak açılıp kapanması isteniyorsa optik tertibatlar tercih edilmelidir.

Radyoaktif preparatların kullanılması imâl edilen malzemenin homogenliği ve kalınlığının ölçülmesinde şimdiye kadar en fazla yayılmıştır. Bu usûl okadar hassastır ki, haddanelerde imâl edilen muhtelif endüstriyel maddelerin otomatik kontrol ve ayarını mümkün kılmaktadır. Saç kalınlığı, kaat, sentetik madde ve lâstik levha kalınlıkları radyoaktivite yardımı ile otomatik olarak ayar ve kontrol edilmektedir. Bunun için ekseriya daimi ışınlandırma metodu kullanılır, ışın kaynağı ve bir ölçme aleti karşı karşıya konur ve aradan kontrol edilecek madde geçirilir. Maddenin kalınlığı aynı kaldığı müddetçe, ölçme aleti aynı değeri gösterecektir.

Aynı şekilde boru tesisleri kontrol edilir. Kaynak yerlerinin kontrolünde, korozyon tezahürlerinin tetkikinde yine aynı şekilde hareket edilir. Fakat bu takdirde bir ölçme aleti yerine borunun üzerine ışınlara hassas bir flim konması daha iyi neticeler verir, zira ufak, gayrimütecanis tezahürler ve ince çatlaklar daha iyi tesbid edilir. Bu ölçmeler ocaklarda da gayet iyi kullanılmaktadır. Şayet aktif preparat borunun içine konabiliyorsa bu tercih edilmelidir. Bu takdirde, bir ameliyede borunun bütün çevresi ve daha düşük şiddette preparatlarla kontrol edilebilir.

Birçok boru tesislerinde, aşınmalardan ziyade tıkanmalar daha mühim güçlükler doğurur, bilhassa su borularındaki tıkanmalar aynı şekilde ocaklarda kontrol edilip, tesbit edilebilir.

Depo seviyelerinin ölçülmesinde, aynı metoddan aynı şekilde istifade edilmektedir (Şekil: 4) bu taktirde hassasiyet daha da az olabilir, depo seviyesi, ölçme hattının üstüne çıktığı taktirde, absorpsiyon artacak ve bu ölçme aletinde kendini derhal gösterecektir, bu şekilde kontrollar çapı 50 mm den 6000 mm ye kadar olan kaplarda kullanılabilir.



ŞEKİL.4. DEPOLARDA SEVİYE ÖLÇMELERİ

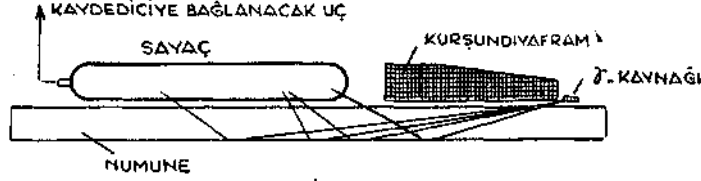
Q1 QZ IŞIN KAYNAKLARI
Z I ZZ SAYICILAR

mamafih cidar kalınlığı 80 mm yi geçmemelidir. Eğer depo ölçüleri yukardaki değerlerin dışına çıkıyorsa bu taktirde deponun içine içinde radyoaktif preparat bulunan bir boru yerleştirmekle ölçme temin edilir. Böyle bir borunun muhtelif yerlerine preparatlar yerleştirerek daimi olarak depo seviyesi kontrol edilebilir. Fakat depolar için daimi kontrolden ziyade üst ve alt seviye mevzu bahisdir ve şekildeki gibi tesbit edilmiş iki kaynak ve ölçme aleti depo kontrolü için iktif eder, radyo izotoplarla depo seviyesi ölçülmesi, bilhassa kontrolü güç olan fazla toz inkişafından, optik veya radar ölçme cihazlarının kullanılması mümkün olmayan depolar için uygundur. Bunlar yeraltı işletmelerinde kömür şist biriktirme yerlerinin, bilhassa otomatik işletmelerde, kontrollerinde kullanılır.

Radyoaktivitenin, kömür işletmelerinde bulunduğu diğertatbik sahalarından biri kömürün kül miktarı ve su miktarının bilhassa ince kömürde daimi olarak kontrolü için kullanılmasıdır. Kül ölçmelerinde, kömür tabakasının kalınlığının hatalarını izale etmek için biri kuvvetli biri zayıf iki y kaynağı kullanılır. Bilhassa sintilasyon sayıcılarında kuvvetli ve zayıf ışınları ayırarak ölçmek mümkün olmaktadır. Cihaz ve taksimatı doğ-

rudan doğruya kül miktarını gösterecek şekilde tanzim edilebilir. (Kuvvetli ışımlann absorpsiyonu kütle, zayıf ışımlann absorpsiyonu ise kül miktarı ile orantılı olacak ve iki farklı ışının miktarları arasındaki nisbet daha ziyade kül miktanna göre değişecektir.) su tayinlerinde ise, hidrogen atomları nötronlan kuvvetle absorbe ettiklerinden, neutron kaynakları kullanılır.

Su miktarım ölçmede, umumi olarak ak-seden ışınlarla ölçmeler, adı ile isimlendirilebileceğimiz metoddan da istifade edilebilir. Bu usulle yapılan ölçmelerde ışık kaynağı ve ölçme aleti birbirinden bir izaletörle ayrılmış olarak, tetkik edilecek maddeye göre aynı tarafta bulunur. (Şekil: 5) bu ölçmeler için, maddeden geçtiğinde bir compton veya fotoeffekte sebep olan y ışılannndan istifade edilir. Compton efekti atomun elektron mınıtıkasına (bulutuna) giren ışının, zayıf bağlı elektronlara, dışarıya doğru bir hareket impulsu vermesinden ileri gelir. Bu esnada y ışını enerjisi perioda katılır, frenlenir ve duruma göre, daha düşük bir enerji ve daha büyük bir dalgaboyu ile geri verilir. Compton efekti sert y ışılannnda (0,5 MeV üstünde) vukubulur. Yumuşak y ışınlan ise buna mukabil foto efekt hasil ederler, yani elektron



ŞEKİL.5 AKSEDEN İŞINLARLA YAPILAN ÖLÇMELERDE ESASLAR

bulutu tarafından absorbe edilirler ve bu esnada bir foto elektron serbest kalır.

Neutron yayılarda, akseden ışınlarla yapılan ölçmeler için teklif edilmiştir. Yalnız nazarıdikkate alınacak nokta hızlı neutronların müteakib radyoaktif reaksiyonlara sebep olması ve yavaş neutronlarda çekirdek değişmelerini intaç ettirmesidir. Bu çekirdek değişmelerinde ise ekseriya γ ışınları meydana gelir.

Neutronların γ ışınlarının meydana gelmesine sebep olması, su miktarı tayini için bir imkân vermektedir. Burada yine ölçmek istenen γ ışınları olduğu için, ölçme aleti olarak bir sintilasyon-sayıcısı veya Geiger-Müller cihazı kullanılır, neutron yayıcı ve alet, içinde su miktarı tayin edilecek maddeye daldırılan bir boruda bulunur. Ameliye H^1 in neutron olarak H^2 ye intikalinde, γ ışınlarının açığa çıkmasına istinat eder. H^1 tarafından neutron yakalanması tesir çapının yüksek oluşundan ($35 \text{ barn } 1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$) diğer elementlere nazaran bariz şekilde yüksektir.

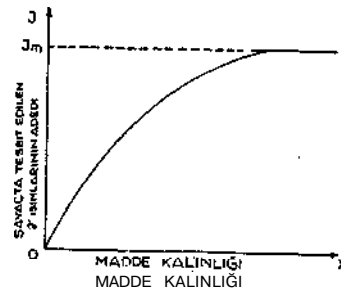
Bu ölçme usulünün, ince kömürde su miktarı tayini için nedereceye kadar kifayet ettiği henüz belli değildir. Fakat sondajlarda taşların rutubetinin ölçülmesinde, veya sondaj esnasında taşlar tarafından alınan su miktarının kontrolünde, iyi neticeler vermiştir.

Bu usulle tabaka kalınlığı ölçmelerinde ise, ölçme aleti olarak daha ziyade sintilasyon sayıcıları daha uygundur. Zira bunları akseden ışınların şiddetine göre ayarlamak mümkündür ve kalınlık ne kadar fazla ise, akseden ışınların şiddeti okadar fazla olur (Şekil: 6) Sondaj deliklerinde yapılan bu tip ölçmelerin, madencilik bakımından enteresan neticeler getirmesi, beklenmektedir.

Jeolojik tetkiklerden, bir sondaj deliğine sevk edilmiş bir γ yayıncısının akseden

ışınlarının, tabakaların kesafeti ile orantılı olduğu bilinmektedir. Bu usul madencilige tatbik edilince, yine akseden ışınlar vasıtası ile tabakaların durumu ve kesafetleri hakkında bir fikir edinilir. Tecrübeler, bu ölçmelerle, yalnız aralanmış ve katı tabakalar arasındaki boşluklarının tefrik edilebileceğini, yoksa aynı zamanda akseden ışınların şiddetinden minorolojik özelliklerin de tesbit edilip edilmeyeceğini gösterecektir. Tabaka taziyikleri ve gaz intişarı tetkiklerinde de, akseden ışınlar, bilhassa aynı yerde zaman aralıkları ile tekrar edilerek yapılan ölçmelerle çok yardım sağlamaktadır.

Burda, akseden ışınların, sondaj deliğinin çapı ile de münasebeti olduğunu zikretmek lâzımdır, bu sebeble ancak aynı şartlar altında elde edilen neticeler birbiri ile mukayese edilebilir. Sondaj deliğinin çapının değişmesinden dolayı ileri gelen oynamaların, ölçme kısmı ile, aktif madde arasındaki mesafeyi değiştirerek gidermek tecrübe edilmektedir.



ŞEKİL.6 AKSEDEN İŞINLARLA YAPILAN ÖLÇMELERDE MADDE KALINLIĞI VE İMPULS SAYISI ARASINDAKİ BAĞLANTI

Şimdiye kadar anlatılan mahfuz bulunan radyoaktif preparatların tatbikatına ait olmuştur. Halbuki birçok hallerde, radyoaktif maddeyi katı, sıvı veya gaz halinde diğer maddelere karıştırmak ve bir ölçme aleti ile zamana veya mekana nazaran, gerikâlan râd-

Bazı Radyoaktif Maddelerin Radyoaktiviteleri ve Biyolojik Tesirleri

İsotop	Işın	Enerji Mev	Fiziksel	Yarılanma Müddeti		Biyolojik efektif		Fesir ettiği organ	
				Fiziksel	Biyolojik	Fiziksel	Biyolojik		
H ³	β-	0,018	12,6	Y	19,0	g	19	g	Bütün vücut
C ¹⁴	β-	0,156	5568	Y	230	g	35	g	Yağ ve kemikler
P ³²	β-	1,7	14,3	g	35	g	14	g	Bütün vücut kemikler
Co ⁶⁰	(β-γ)	(0,3); 1,3	5,3	Y	8,4	g	8,4	g	Çiğer, dalak
K ⁸⁵	β-(γ)	0,76; (0,52)	9,4	Y	—	—	—	—	—
Rb ⁸⁶	β-(γ)	1,8; (1,1)	19,5	g	13	g	7,8	g	Bütün vücut adaleler
Sr ⁹⁰	β-	0,54	25	Y	190	g	7,4	Y	Kemikler
I ¹³¹	β-; γ	0,6; 0,37	8,0	g	130	g	7,5	g	Bütün vücut
					120	g			Bütün vücut adaleler
Cs ¹³⁷	β-; γ	0,5; 0,66	33	Y	25	g	17	g	adaleler
Jr ¹⁹²	β-; γ	0,66; 0,5	74,5	g	13	g			
					23	g	17	g	Böbrekler
					130	g	45	g	Dalak

Y = Sene

Gün

yoaktiviteyi ölçmek dahar iyi ve gayeyi müstelzimdir.

Meselâ madencilik bakımından, biriken veya toprak tarafından alınan suların, tabakalar içinde takib ettiği yolun tesbiti birçok hallerde mühimdir. Bunun için radyoaktif maddeler, kullanılabilir, yalnız radyoaktivitenin kullanılması, yine boyalarla netice alınamayan (meselâ asitli sular) hallerde olmalıdır.

Radyoaktif maddelerin, su akıntılarının tetkik ve tesbitinde kullanılması, artık bilinen bir şeydir. Radyoaktivitenin gerek ufki gerek şakuli yayılımı tekkikle, akıntılar kolayca ve muvaffakiyetle istikamet ve sürat bakımından tesbit edilmektedir.

Madencilikğin mevcut olduğu her memlekette hergün daha fazla ehemmiyet kazanan bir mevzu, tozla mücadeledir. Bu mevzuda çalışmalarda da radyoaktivite büyük yardım imkânları sağlayacak gibi görünmektedir. Meselâ radyoaktif bir gazle (CH₃ Br⁸³) muhtelif şekillerdeki galerilerde, ciğerler için tehlikeli olan tozun (5 u. den küçük) toz kaynağından itibaren yayılımı tetkik edilmiş, bunun hava suretile değil (0,7 ilâ 6,1 m/s süratler arasında) galerinin kesiti ile bağıntılı olduğu tesbit edilmiştir. Tozla mücadelede, mücadelenin değerlendirilmesinde de, radyoaktif elementler faydalı olmakta ve optik aletlerin hatalarından dolayı doğru kaydedilemeyen ölçmelerin tashihine yardım etmektedir. Meselâ Tyndalloskopa; su püskürtmek sureti ile

yapılan mücadelede, su zerrelere toz taneleri olarak ölçülür ve toz miktarı hakiki değerinden fazla bulunur. Şayet filtrasyonla numune almak tercih edilirse bu taktirde ölçme mikroskopa yapılacaktır ve Rutin-usulle yapılan ölçmelerde ancak 1 p. den biraz daha küçük tozlar tesbit edilebilir, halbuki Silikozlu ciğerler 0,2 ile 0,4 u. arasındaki zerrelere ihtiva etmektedir. Bu taneler tyndalloskopta ölçülürse de mikroskopta tanınmazlar ve tyndalloskopta bulunan değere nazaran, mikroskopta yapılan tayinler daha düşük kıymetler verir. Bu müşküleri kaldırmak için bir tecrübe tozu 1 u. nün altına öğütülmüş bir radyoaktif preparatla karıştırılır ve mücadelenin muvaffakiyet derecesi ya izale edilen tozda veya havada kalan tozda radyoaktivitenin ölçülmesi ile değerlendirilir. Bu hususta dikkat edilmesi icab eden, çalışanlara zarar vermemesi için, radyoaktif maddenin suya çözünmeyen ve yarılanma müddeti mümkün olduğu kadar kısa bir madde olmasıdır. Radyoaktif maddelerden, aynı şekilde toz süzgeçlerinin süzme kabiliyetlerinin tesbitine de intikal edilmekte, süzülecek radyoaktif tozun, aktivitesi ile süzgeç tarafından tutulan tozun gösterdiği radyo aktivite birbiri ile mukayese edilmektedir.

Ocaklara verilen hava ve bunların kontrolunda da bilhassa gaz halindeki radyoaktif maddelerden istifade edilmektedir. Bu havalandırma mevzuu madencilikte bilindiği gibi hâla müstesna bir mevzu olarak yer işgal etmekte, kaide-ve kanunların daha fazla ta-

nınarak bunların pratikte tatbikine mümkün olduğu kadar çalışılmaktadır. Radyoaktivite kaçak havanın işletmede kontrolünü sağlamış ve her ayrı kaçağın tesbitini ve ortalama süratinin tayinini temin etmiştir.

Metan intişarı kontrollerinde da radyoaktif maddeler kullanılmaktadır. Su tayininde anlatıldığı gibi, hidrojenin neutron yakalama özelliğinden istifade edilerek, doğrudan doğruya metan miktarını gösteren radyoaktif cihazların inkişafına çalışılmaktadır. Yine radyoaktiviteden, zeminin gazlere karşı geçirgenliğini tesbitte istifade edilmekte, meselâ bir sondaj deliğine radyoaktif bir gaz verilmekte, ve diğer sondaj deliğinden gaz emilmektedir. Emme yapılan delikte gazın ne zaman aktif olduğu, ne şiddette aktif olduğu ve nekadar zaman aktif olduğu, hatta zaman fasılları ile kontrol edilerek, elde edilen neticeler, gerek zemin mekaniği, gerek metanla

mücadele ve metan kazanma bakımından çok iyi kıymetlendirilmektedir.

Bir çok sahada, çok fazla ve süratle tatbik imkânı bulan, radyo aktif maddeler ve ölçmeler, maden işletmesinde bazı zorluklara uğruyorsa da görülüyorki kısa zamanda tatbik sahaları bulmuş ve kıymetli değerlendirmelere yardımcı olmuştur. Bilhassa açık işletmelerde işletme kontrolünün mükemmelleşmesi bakımından istifade edilen radyo aktiviteden, ocaklarda, ocak emniyetini arttırma bakımından yapılan tecrübelerde istifade edilmektedir. Her iki yönde de daha birçok imkân ve tatbikat radyoaktif maddeler ve ölçmeler şüphesizki bulacaktır. Yalnız yazının başında işaret edildiği gibi, biyolojik zararları her zaman göz önünde tutulmalı, radyoaktivitenin kullanılmasının mutlaka lüzumlu olup olmadığını araştırmak unutulmamalıdır.

MEHAZLARDAN MUHİM BAZILARI

- Ullch - Jost : Kurzes iehrbuch der Physiksischen Chemie (1956).
 Soner, E. : Radio, isotops Course Middle East Technical University (1960).

- Flügge, G. : Grundsätzliches über radioaktivite Isotope Glückauf (1957).
 Hanle, W. : Künstliche Radioaktivität (1952)
 Be^thold, R. : Die Anwendung radioaktiver isotope in der Technik. Atomprax. (1956).

