

PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARI

Elek. Yük. Müh. M. Kemal SARI

ÖZET

Bu yazı (patlama tehlikesi olan) grizulu maden ocakları, petrol rafinerileri gibi işletmelerde çalışan arkadaşlarımıza patlayıcı ortamlar ve alınan önlemler hakkında genel bir bilgi vermek için hazırlanmıştır. Yazımızda patlayıcı ortamın ne olduğu, bu konudaki uluslararası görüşler ile elektrik aygıtlarında alınan önlemler yani koruma tipleri ile bazı önemli aygıtlardaki uygulamalar açıklanmıştır. Bu konuda ülkemizde büyük bir eksiklik bulunduğu için sunduğumuz yazı kısa da olsa yararlı olacağı umundayız.

Yazımızda tablo ve değerler uluslararası teknik dergilerden alınmış en son ve geçerli bilgileri içerir.

1. KISATARIHÇE:

Maden sanayinin tarihçesi çok eski zamanlara inmekle beraber elektriğin sanayideki geçmişi en çok 200 yıl kadardır. 1800'lerin sonlarına ve 1900'lerin başlarına doğru artan enerji ihtiyacı ile kömür ve petrol üretimi hızla gelişmeye başlamıştır. Bu arada diğer sanayi kollarında kullanılan elektriğin üstün özellikleri fark edilerek maden ocaklarında ve petrol rafinerilerinde elektrik enerjisi kullanımına başlanmıştır. Elektriğin maden ocaklarına inışı 1900 yıllarına rastlar. Uzun bir geçmişi olan maden ocaklarında grizunun tehlikesi bilindiğinden, kullanılacak elektrik aygıtlarının da tehlike yaratıp yaratmayacağı hemen dikkate alınarak gerekli önlemler alınmıştır. Yani elektriğin maden ocağında kullanımı bir dinamite veya lambaya benzemez, önce kullanılıp sonra önlemleri alınmamıştır. Başlangıçtan itibaren hemen tedbirler düşünülmüş, bir dinamit veya lamba kadar madenciyi uğraştırmamıştır. Yalnız ilk zamanlar ocak şartlarında denemeler yapılmış, özel deney yöntemleri uygulanmamıştır. Zamanımızda deney yöntemleri geliştirilip kolaylaştırılmış ve standart hale getirilmiştir. Bu konuda ülkemizde geçerli olan Standartlar TS: 3380 - 81 - 82 - 83 - 84 - 85'dir.

2. PATLAYICI ORTAMLAR:

2.1. TANIM:

Patlayıcı nitelikteki gaz, toz veya buharın hava ile karışa-

rak patlayıcı kıvamda geldikleri yerlere patlayıcı ortam denir.

2.2. SINIFLANDIRMA:

Bu gibi yerlerde elektrikli aygıtlar çalıştırılmak isteniyor ise işletmeyi tehlikeye düşürmemelidir. Bu nedenle patlayıcı ortamlarda çalıştırılacak elektrik aygıtları özel olarak imal edilip test edilmeli ve denenmelidir. Bu konuya girmeden önce patlayıcı ortamları biraz açıklayalım.

Sürekli patlayıcı kıvamda olan bir yere konulacak elektrik aygıtı ile çalışma gereği patlayıcı gaz çıkma olasılığı olan bir yere veya yine kaza halinde patlayıcı gaz veya buhar çıkan bir yere konacak elektrik aygıtları aynı olmaz. Bu nedenle patlayıcı ortamlar sınıflandırılarak standartlaştırılmıştır. ZON diye adlandırılan bu sınıflandırma şu şekildedir.

ZON 0 : Sürekli veya uzun süreli patlayıcı ortam bulunan yerler. Kimya ve Petrol Sanayiindeki bazı üretim aygıtlarının iç kısımları ile grizulu maden ocakları gibi. Normal çalışma şartlarında patlayıcı ortam teşekkül edebilen yerler.

ZON 1 : Arada bir patlayıcı ortam teşekkül edebilen yerler. Gaz ve Petrol dolun ve pompa istasyonları gibi.

ZON 2 : Patlayıcı ortam oluşma olasılığı çok az olan ve patlayıcı ortam oluştuğunda çok kısa süren yerlerdir. Petrol ve gaz boru hattı civarı gibi.

Bu sınıflandırmada maden ocakları ZON 0'a girerler ise de maden ocaklarının tarihçesi eski olduğundan ayrı bir bölüm halinde ele alınırlar. Yani yukarıda yaptığımız sınıflandırma daha çok Petrol ve Kimya Sanayii gibi maden ocakları dışındaki sektörler içindir. İleride bahsedeceğimiz gibi madenlerde nerelere ne tip aygıt konacağıın kriterleri farklıdır.

Avrupa ülkelerinde tozlar için ayrı bir sınıflandırma var ise de bu konudaki Amerikan (USA) görüşü farklıdır.

Amerikan Ulusal Elektrik Kodunda (NEC) iki ayrı sınıflandırmadan bahsedilir. Bu sınıflandırmada ayrıca kendi içinde bölümlere ayrılır. Tablo 1'de USA, CCCP ve Alman görüşleri karşılaştırılmıştır.

TABLO:1 Patlayıcı Ortamların Sınıflandırılması			
USA, (Amerikan Standardı) NEC 500-4'te göre:	CCCP (Sovyet Standardı) UY Vn-3'te göre:	BRD, (Alman Standardı) VDE 0165/78'e göre:	AÇIKLAMA
Class I (Sınıf I) Div.1 (Bölüm 1)	B-I	(Zone 0)	Sürekli veya uzun müddet patlayıcı gaz veya buhar bulunan ortamlar.
Class I Eiv. 2	B-Ia	Zone 1	Ara sıra veya kaza anlarında patlayıcı gaz veya buhar bulunan ortamlar.
Class I Div. 2	B-II	Zone 1	(önceki gibi yalnız açık yerler için)
Class I Div.2	B-Ib	Zone 2	Ara sıra veya kaza anlarında çok kısa müddetle çok az patlayıcı gaz veya buhar bulunan ortamlar.
Class II Div. 1	B-II	Zone 10	Sürekli ve uzun süreli patlayabilir nitelikte çok ince toz ve hava karışımı bulunan ortamlar.
Class II Div. 2	B-IIa	Zone 11	Ara sıra ve kısa süreli çok ince toz ve hava karışımı bulunan yerler.
Class III Div.1	B-II	Zone 10	Sürekli ve uzun süreli patlayabilir kıvamda çok ince lif (iplik tozu) ve hava karışımı bulunan yerler.
Class III Div.2	B-IIa	Zone 11	Ara sıra ve kısa süreli çok ince lif bulunan ortamlar.

TABLO 2: Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik aygıtlarının koruma tipleri.					
CCCP	Kullanılan elektrik aygıtının yapılışı:	USA-NEC 500-4	Kullanılan elektrik aygıtının yapılışı?	BRJ VDE 0148/78	Kullanılan elektrik aygıtının yapılışı *
B-I	(Kx)d veya (Ex)n korumalı motorlar kullanılabilir.	Class I Div. 1	Yalnız (Ex)d ve (Ex)n korumalı aygıtlar kullanılabilir.	Zon 0	(Ex)n ve (Bx)a korumalı aygıtlar kullanılabilir.
B-Ia	10kV motorlar (Ex)p, 6kV'a kadar motorlar Ex-korumalı ve yüzey ısıları 80°C'yi aşmayacak.	Class I Div.2	(Ex)i, (Ex)s, (Ex)o korumalı aygıtlara izin verilir. Si kafes. AS motorlar "non sparking" de olabilir.	Zon 1	(Bx)d, q, e, B, p, f, i, a korumalı aletlere müsaade edilir.
B-Ir	Yukarıdaki gibi, yalnız Bx-di-fn yerlerde IP54 tabii edilir.	Class I Div.2	Yukarıdaki gibi	Zon 1	Yukarıdaki gibi.
*-Ib	Kıvılcım çıkarmayan Ex-korumamış aygıtlar da kullanılabilir. Hava landıtm-motorları EİCdİCerleri IP54	Class I Div.2	Yukarıdaki gibi	Zon 2	Normal çalışmaları sırasında kıvılcım çıkarmayan aygıtlar kullanılabilir.
	Yüzeyin herhangi bir yerinde en yüksek ısı 160°C'yi aşmayan (Ex)d ve (Ex)p korumalı ve kıvılcım çıkarmayan aygıtlar kullanılabilir.	Class II Div.1	Aşırı yüklenmeden oluşan aygıtlar da en yüksek yüzey ısıları 165°C, aşırı yüklenmelerde ise 120°C olmak kaydı ile IP65 (basınçlı üflemede IP^U) korumalı aygıtlar kullanılabilir.	Zon 10	Sadece (Ex)i aygıtlara izin verilir. Yüzey ısıları: a) to-tglim • 75°C b) t ₀ -toatlama-2/3 (akkorlaşabilen tozlarda) olacaktır.
B-IIa	Hareketli aygıtlar Ex. Diğerleri (Ex)o veya IP54 olabilir.	Class II Div.2	Yukarıdaki gibi aynı uygulamadır. Ötekire motorlar Sx seçilebilir. Kumanda aygıtlarının IP54 olması yeter.	Zon 11	tüzey ısıları yukarıdaki gibi. En düşük koruma IP^* ve (Ex)d, q, e, p, ö olan aygıtlara izin verilir.
B-II	Yukarıdaki gibi	Class III	Yüzey ısıları Class II. div I deki gibi. Koruma tipi de Class II div.2 deki gibi	Zon 10	Zon 10'da açıklandığı gibi.
B-IIa	Yukarıdaki gibi	Class III Div. 2	Yukarıdaki gibi	Zon 11	Zon 11'de açıklandığı gibi.

2.3. SINIFLANDIRMADAKİ AMAÇ:

Bir petrol rafinerisinin, kimya tesisinin veya patlayıcı ortam teşekkül edebilen herhangi bir fabrikanın bir kısmında, sürekli patlayıcı ortam var ise o tesisin her yerinde alevsizdirmaz tipten aygıt kullanmak doğru ve ekonomik olamaz. Patlayıcı ortamın durumuna ve teşekkül etme olasılığına göre tedbir almak daha akıllıca olur. örneğin bir benzin dolum istasyonunun yakın çevresi patlamaya maruz ise de 10-20 m ilerisinde hiçbir tehlike yoktur.

Bir tesisin nereleri hangi ZON'a girer ve bu yerler-

de ne türden aygıt kullanılır? Buna meslek kuruluşları karar verir (Mühendis Odaları gibi). Almanya'da Kimyacılar Birliği'nin yayınladığı bir Ex-RL kitapçığı mevcuttur. Bu konular henüz yeni olduğu için ülkemizde benzeri bir kuralın olduğu bizce tespit edilememiştir. Yabancı uygulamalar örnek alınmaktadır.

Hangi ortamda (ZON'da) ne tip korunmuş aygıtlar kullanılacağı Tablo 2'de görülmektedir. Burada ayrıca USA, CCCP (Sovyet) ve Alman'yadaki uygulamaların karşılaştırması yapılmıştır.

TAFLO:3 Patlayıcı Tesislerde Emniyet Mesafesi		
Elektrik Tesisi	Patlayıcı Tesisi	Emniyet Mesafesi
Kapalı trafo ve salt binaları	E-I grubuna giren açık hava tesisleri ile duvarla ayrılmış her türlü tesisden	10 metre mesafede inşa edilir
Açık hava trafo ve salt tesisleri	Her nevi patlayıcı ortam yaratan tesisden	15 " " " "
" " " " " "	Her nevi patlayıcı ortam yaratan açık hava tesisinden	25 " " " "
Kapalı trafo ve salt binaları	Patlayıcı ve yanıcı gaz ve sıvılaştırılmış gaz kompresörlerinden	40 " " " "
Açık hava trafo ve salt tesisleri	" " " "	60 " " " "
Kapalı trafo ve salt tesisleri	Kolay alevlenebilen sıvıların bulunduğu depo, ere depo, boru geçişleri gibi tesislerden	40 " " " "
Açık hava trafo ve salt tesisleri	" " " "	60 " " " "
Kapalı trafo ve salt tesisleri	Önceki gibi (yalnız propan propleni gibi sıvılaştırılmış gazlar)	80 " " " "
Açık hava trafo ve salt tesisleri	" " " "	100 " " " "

Tesislerden belirli uzaklığa monte edilen elektrik aygıtlarında ise herhangi bir önlem almaya yani bu aygıtların özel korunmuş olmasına gerek yoktur. Bu emniyet mesafeleri Tablo 3'de görülmektedir. Buradaki veriler Federal Almanya uygulamasıdır. Bu konuda ülkeden ülkeye farklı uygulamalar bulunmaktadır.

2.4. PATLAMA VE ISI GRUPLARI:

Yazımızın bu kısmına kadar ortamları patlama durumlarına göre ZON'lara ayırdık. Bir de patlayıcı ortam oluşmasına neden olan toz, gaz veya buharın kendi arasında patlama özelliğine ve ısısına göre sınıflandırılmaları vardır. Çünkü elektrik aygıtları yapılarına göre ısı üretirler ve yüzeyleri ısınır. İşte bu yüzey ısıları da patlayıcı ortamı tehlikeye düşürdüklerinden dikkate alınmalıdır.

Isı grupları ile patlama ısıları aşağıda Tablo 4'de gösterilmiştir. Burada F. Alman, USA ve CCCP uygulamaları karşılaştırılmaktadır. Dikkat edileceği gibi Amerikan görüşü çok farklıdır.

3. ELEKTRİK AYGITLARINI MADEN OCAKLARINA YERLEŞTİRME PRENSİPLERİ

Maden ocaklarının tarihçesi çok eski olduğundan diğer sanayi kolları ile karşılaştırılmaz.

Grizulu maden ocaklarında normal çalışma gereği her an patlayıcı gaz yayılması sonucu çalışma yeri patlama tehlikesi ile karşı karşıya gelebilir. Bu nedenle grizuya karşı daha dikkatli ve tedbirli olmak gerekir.

Grizulu maden ocakları sınıflandırma açısından ZON O'a girerler ise de böyle bir sınıflandırmanın anlamı yoktur. Çünkü zonlara ayrılmaz. Ülkemizde henüz standartlaşmamış ise de patlamasız tip elektrik aygıtı yerleştirilmesinde şu hususlara dikkat edilir:

- Yayılan grizu havalandırma sistemi ile dışarı atılmaktadır. Grizu oranı % 1-1,5'i geçtiğinde elektrik tümü ile kesilir.
- Havalandırması zor olan yerlere (kürdisek) elektrik

aygıtı yerleştirilmez. Yalnızca i-tipi korunmuş aygıt yerleştirilebilir..

- c) Havalandırması çok rahat olan ve temiz hava girişi yolu üzerinde bulunan ana yollara patlamasız tip aygıtlar (örneğin trolay) monte edilebilir.
- d) Temiz hava giriş kuyularının çevresine patlamasız tip olmayan salt tesisleri ve elektrik motorları (tulumbalar gibi) yerleştirilebilir.
- e) Maden ocağının her yerine monte edilebilme olanağı olan aydınlatma ve haberleşme aygıtları her durumda patlamasız tipten olacaktırlar, istisnası olamaz.
- f) Yağlı korumalı (c-tipi) aygıtlardan mümkün mertebe

kaçınılır.

- g) Genel olarak elektrik aygıtları yüzde yüz emniyetli değildirler. Her ne kadar grizuya karşı koruma tedbiri alınmış ise de (i-tipi koruma hariç) sürekli grizulu ortamda çalışamazlar. Yani grizuyu tehlikeye düşürmeyecek özellikte değildirler. İşletmede insan faktörü de işin içine girdiğinden tehlike olasılığı daha da artar. Bu nedenle grizu hiçbir zaman patlayıcı kıvama getirilmemelidir. Patlama seviyesine gelen grizu her ne sebepten olursa olsun infilak eder. Yukarıda (a) bendinde de belirtildiği gibi grizu patlama kıvamına gelmeden yani % 1-1,5 oranında iken elektriğin kesilmesi koşulu konmuştur.

TABLO 4: PATLAMA ISILARI VE ISI TRUPLARI:

Ateşleme Isısı		Isı Sınıfı				
CCCP	BRD	CCCP		BRD		USA
		Eski	eni	Eski	*eni	NEC ISA, UL, ANSI
450°C	450°C	A	T1	T1	T1	A 280°C 280°C
300-450	300-450		T2	T2	G2	BB 280 280
175-300	200-300		T3	T3	53	C 180 160
120-175	135-200		T4	T4	T4	D 280 215
	100-135		T5	T5	T5	
	85-100					

TABLO 5: Patlama Sınıfları ve Açıklıklar

Patlama Sınıfı			A ^k J _{ik} (m)		
USA	CCCP	BRD	CCCP	BRD	
NEC 500	VII-3	VLE Eski, yeni	VII-3	eski	yeni
5rup D	1	1 II-A	1.0	0.6	0.9
Grup D	2	1 II-A	0,65-1.0	0,6	0.9
Trup C	3	2 II-B	0,35-0,65	0.4-0.6	0.5-0.9
Trup B	4e	3a,3b IT-C	0.35	0.4	0.5
Trup A	4	3c II-C	0,35	0.4	0.5
—	.4	3a -	0,35	0.4	-

4. PATLAYICI ORTAMLARDA KULLANILAN ELEKTRİK AYGITLARINDA UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ:

Elektrik aygıtları aldıkları elektrik enerjisini ısı, ışık,

mekanik ve kimyasal enerjiye dönüştürürler. Değişik işler yapan bu aygıtları aynı yöntemle korumak yani patlayıcı ortama karşı emniyetli kılmak tek bir yöntemle mümkün değildir. Bu koruma tip ve usullerini sırası ile inceleyelim.

TABLO 6- İP KORUNMA TIPLERİ										
	Dokunmaya Karşı Koruma*	Laboratuar cisimlere karşı korunma	Suya Karşı Korunma							
			Korunmasız	Damla Suya Karşı	15° de Damla Suya Karşı	60° de yağmurlamaya	Tam yağmurlamaya	Püskürtme Suya	Taşma Suya	Basıncılı Suya
			0	1	2	3	4	5	6	7 ve 8
0	Korunmasız	Korunmasız	IPOO		IPO2					
1	Seni; bir yüzeye dokunma	Büyük ve sert yabancı cisimlere karşı	IP10	IP11	IP12	IP13		IP15		
2	Peraakle dokunma	Orta boyda yabancı cisimlere karşı	IP20	IP21	IP22	IP23				
i	2,; m çaptan büyük takımlarla dokunma	Ufak sert cisimlere karşı	IP 30	IP31	IP32	IP33	IP34			
4	1 Hn çaptan büyük takımlarla dokunma	"fak sert cisimlere karşı	IP40	IP41	IP4 2	IP43	IP44			
5	Her nevi takım ile dokunma	İçeriye toz girme karşı	IP50				IP54	IP55	IP56	
e	Her nevi takım ile dokunma	Her nevi toza karşı	IP60				IP65	IP66	IP67 IP68	

4.1. PATLAYICI ORTAMLA İLİŞKİSİ OLMAYAN KORUMA: İP

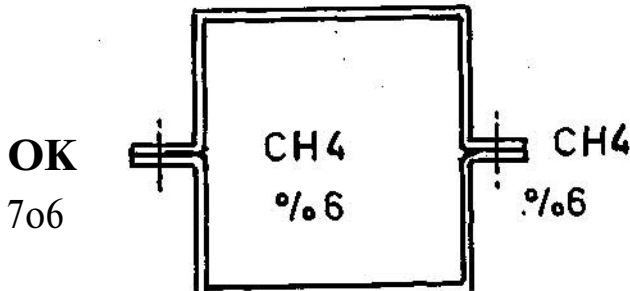
Su, toz, nem, dokunma gibi etkenlere karşı alınan önlemleri içerir. İP veya P ile gösterilir. Yanda gelen rakamların anlamı Tablo 6'da görülmektedir, örneğin İP 54 dokunmaya, toz ve yağmurlama suya karşı korunmuş anlamına gelir.

4.2. PATLAYICI ORTAMA KARŞI UYGULANAN KORUMA TIPLERİ:

Bu yöntemleri kısaca açıklayacağız.

1. d-TİPİ KORUMA:

Bu tip korumada elektrik aygıtı basınca dayanıklı bir koruyucu kılıfa (muhafazaya) yerleştirilerek iç kısımda oluşan patlamanın dışarıya sızmaması sağlanır. En yaygın olan bir koruma yöntemidir.



Üstte sembolik olarak gösterilen bir koruyucu kılıfın (muhafazanın) içerisinde ve dışarısında patlama kıvamında örneğin % 6 CH₄ bulunsun, d - tipi koruma öyle imal edilmiştir ki içerideki gaz patladığında, doğan basınca kab dayanabilmekte ve içerideki alevle dışarıya sızıp dış kısımdaki ortamı ateşleyememektedir. Alevsizdirmaz ismi de buradan gelmektedir. Bu özellik yüzeyin genişliği ve açıklığı ile sağlanmakta, sızmak isteyen alev soğumaktadır. Bir koruyucunun bu özelliğinin deneysel olarak belirlenmesi de çok basittir.

Bağlantı yüzeylerinin genişliği 25 mm açıklığı ise Tablo 6'daki kadar olmalıdır ki alev soğuyarak sızmasın. Ayrıca gövde de 10 atmosfere dayanmalıdır. Aslında metan gazı patladığında doğan basınç 6 atmosfer civarındadır, d - tipi bir koruyucunun nasıl olması gerektiği ve yine deney ve testlerin nasıl yapıldığı konusuna girmeyeceğiz. Çünkü bunlar başlı başına birer konu teşkil ederler.

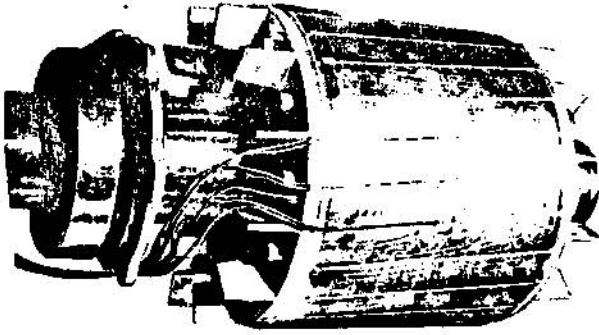
ARTILMIŞ EMNİYETLİ KORUMA

2. a-TİPİ KORUMA:

Normal çalışmalarını esnasında ark ve kıvılcım çıkarmayan ve yine aşırı derecede ısınmayan, buna rağmen arıza veya benzeri dış etkenle ark çıkarma veya ısınma olasılığı olan aygıtlarda ek önlemler alınır yani emniyeti artırılır ki bu tip koruma yöntemine e-tipi koruma adı verilir. Almanca "Erhöhtesicherheit" sözcüğünden gelir.

Tarifinden de anlaşılacağı gibi bu tip yöntem her aygıtta kullanılamaz. Aygıtın ark çıkarmaması gerekir, örneğin bir şalterde uygulanamaz. Ülkeler arasında görüş farklılıkları vardır; örneğin bir bağlantı kutusunu ve elektrik motorunu Almanlar e-tipi korunmuş imal ederlerken İngilizler d-tipi imal ederler.

e-tipi korumada d-tipine karşı sağlanan avantaj basınca dayanıklı bir kaba gerek olmayışıdır. Fakat buna rağmen bazı ek önlemler alınması da dezavantajdır, örneğin d-tipi imal edilen bir motorda önemli olan koruyucu (muhafaza) ve flanş kapaklarıdır ve maliyeti de etkileyici olan unsurdur. Aynı motor e-tipi korunur ise gövdenin basınca dayanması gerekmez, ama motorun sargıları arasına termostat yerleştirilmesi ve sarımının da özel seçilmesi gerekir ki aşırı ısınma oluşmasın.



ŞEKİL 1. Bir elektrik motorunun rotor sargıları arasına yerleştirilen torkokupollar

Bu koruma kollektörlü ve bilezikli motorlara uygulanamaz. Sincap kafesli asenkron motorlara uygulanabilir. Ayrıca klemens kutusu buvat, aydınlatma aygıtları, elektro valf, akım ve gerilim trafoları gibi aygıtlarda rahatlıkla uygulanabilir.

3. p - TİPİ KORUMA (BASINÇLI KORUMA):

Basınçlı hava ile sürekli üfleterek aygıt içerisindeki basınç yüksek tutulup grizunun tehlikeli kısma girmesi önlenir veya özel bir koruma gazı ile aygıtın içerisindeki basınç yüksek tutulmaya çalışılır. Bu halde grizu veya herhangi bir patlayıcı gaz, ya üflenerek gider veya basınçtan dolayı tehlikeli kısma giremez.

Bu tip koruma d-tipi korumanın uygulanamadığı yerlerde örneğin büyük salt dolapları, kollektörlü motorlar gibi yerlerde rahatlıkla uygulanan bir yöntemdir.

4. q-TİPİ KORUMA (KURLU KORUMA):

Aygıtın içerisine kum doldurularak tehlikeli kısma patlayıcı gazın girmesi önlenir veya içerideki ısı veya arkın kumun dışındaki ortamı ateşlemesi önlenir. Daha çok hareketli parçalanmayan transformatör gibi aygıtlarda uygulanır. Fransa'da kullanım alanı bulmuş olan bir koruma yöntemidir.

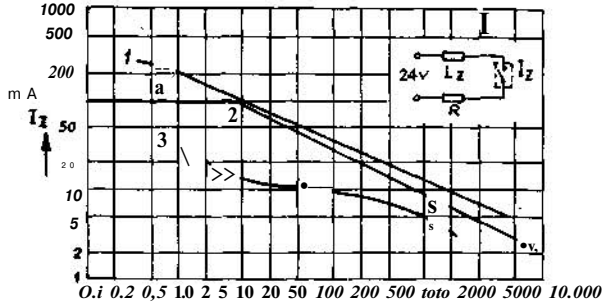
5. i-TİPİ KORUMA (KENDİNDEN EMNİYETLİLİK):

Bir elektrik devresinin tamamı veya belirli bir kısmında normal çalışma veya arıza anında çıkan ark veya ısı, patlayıcı ortamı ateşleyerek güçte değil ise bu devreye kendinden emniyetlidir denir. Burada söz konusu olan yalnızca aygıt değil, bağlı olduğu devrenin tümüdür.

Elektrikli arkın çıkaracağı enerji çok düşük olması gerektiğinden bu tip koruma ancak kumanda, ölçü ve otomatik devreleri gibi düşük voltajda çalışan aygıt ve devrelerde uygulanabilir. Anormal hallerde dahi emniyetli olacağına göre bilinen en güvenilir yöntemdir. ZON O'da bile kullanılabilir. Patlayıcı ortam altında aygıt açılıp tamir dahi edilebilir. Yani korumanın bir sürekliliği vardır, d-tipi koruma alevin sızma prensibine dayandığından uzun süreli bir patlayıcı ortamda güvenilir değildir. Çünkü sızma isteyen alev birkaç patlamadan sonra alev yollarını ısıtır ve sızar. Zaten deneyleri de 6 kere peşpeşe patlama esasına göre yapılır.

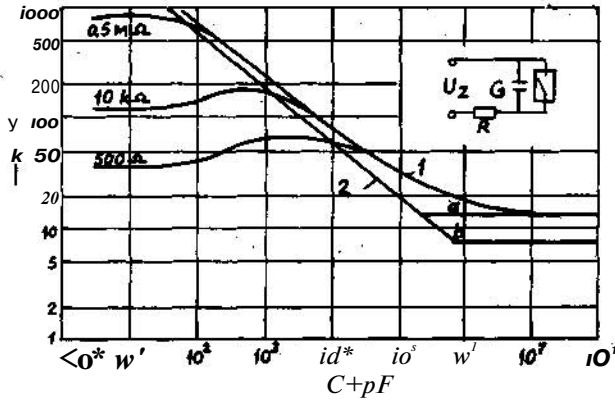
Kendinden emniyetliliği sağlayan bir kaynak aygıtı vardır. Bu aygıt duruma göre d veya i-tipi korunmuş olabilir, d-tipi korunmuş ise çıkış devresi kendinden emniyetlidir. Şimdi bu kendinden emniyetli devreye her çeşit aygıt bağlanabilir gibi gözüküyor ise de mümkün değildir. Çünkü bazı elemanlar (örneğin kondensatörler gibi) üzerlerinde enerji toplarlar ve yine kaynağın empedansını bozarlar. Bu nedenle K.E. devreye bağlanabilecek aygıtlar bir tip deneyinden geçirilmelidir. Bu deney mekanik yapıyı içermez. Yalnızca elektriki donanım incelenir. Bu nedenle K.E. aygıtlar şeklen korunmamış aygıtlara benzerler. Çalışan işçilerin bir hata yapmasını önlemek için kendinden emniyetli devreye bağlı aygıtlar AÇIK MAVİ renge boyalıdır. İşte kendinden emniyetli bir aygıtta kullanıcıyı şaşırtan da budur. K.E. aygıt sanki hiç korunmamış gibi gözükür. Üzerinde mavi bir boya var zannedilirse de en güvenilir koruma yöntemi olduğundan şüphe edilmemelidir, örneğin K.E. bir devrede açıp kapama görevi yapan bir buton tamamen açıktır. Kendinden emniyetlilik her yerde uygulanamaz ama uygulandığı yerlerde de büyük avantajlar sağlar, örneğin K.E. bir devrede kullanılan telefon cihazları hafif ve basittir. Buna karşılık d-tipi bir telefz cihazı ise ağır ve hantaldır.

Patlayıcı bir gazı ateşleyebilecek en düşük enerji sabit değildir. Elektrik devresine konan elemanlara, gerileme ve yine kontak elemanlarına bağlıdır, örneğin CH₄'ü ateşleyebilecek en düşük enerji 450 mW civarındadır. Elektriki bir devrenin endüktif veya kapasitif oluşuna göre vereceği enerji değişik olur. Şekil 2'de endüktif bir devrenin K.E. olabilmesi için ne kadar endüktivite kapsayabileceği görülmektedir. Yine Şekil 3'de kapasitif bir devre için aynı olayın çok farklı olduğu görülmektedir. Kendinden emniyetliliği belirlemek için özel deney aygıtları bulunmaktadır. Belli standart ve metotlara göre yapılan bu deney yöntemlerine burada girmeyeceğiz.



ŞEKİL 2. Hidrojen ortamında kendinden emniyetliliğin sınırı. Endüktif bir devrede bu sınırın ateşleme akımı ve endüktiviteye göre değişimi.

I_z = Ateşleme akımı, L = endüktivite (endüktans)
 a = Parlayarak ateşlemenin olduğu sınır
 1 = Ateşleme sınırı, 2 = K.E. sınırı.
 3 = Görebilme sınırı.



ŞEKİL 3. Hidrojen ortamında kendinden emniyetliliğin sınırı. Kapasitif bir devrede bu sınırın ateşleme gerilimi ve kapasiteye göre değişimi.

U_z = Ateşleme gerilimi C = Kapasite
 a = Güç kapasitesi sınırı b = Kondansatör sınırı

6. S -TİPİ KORUMA (ÖZEL KORUMA):

Bu tip koruma yukarıda sayılan yöntemlerle korunma olanağı olmayan fakat deneylerle emniyetliliği ispatlanan aygıtları kapsar, örneğin madenci baş lambaları gibi.

5. ULUSLARARASI SİMGELER VE İŞARETLER:

Patlayıcı ortamlarda kullanılan elektrik aygıtlarının üzerine, bu ortamlarda emniyetle kullanılabileceklerini belirten bir işaret konulması ve yine hangi yöntemle korunduklarının da bu işarete işlenmesi zorunludur.

Her ülkenin ayrı ayrı işaretleme ve değişik deney yöntemleri geliştirmiş olmasına rağmen, bugün artık bir beraberlik sağlanmış sayılabilir. Bu beraberlik Uluslararası Elektrik Komisyonu (IEC) ve Ortak Pazar Standart-

ları Komisyonu (ECC) öncülüğünde gerçekleşmektedir (Avrupa Normları EN). Aşağıda Tablo 7'de 21 ülke ile IEC ve ortak pazar ülkelerinin simgeleri görülmektedir. Bu tabloda eski ve yeni simgelere de yer verilmiştir.

6. ÖNEMLİ ELEKTRİK AYGITLARINDA UYGULANAN KORUMA YÖNTEMLERİ

6.1. ELEKTRİK MOTORLARI

Elektrik motorları değişik yapıdadırlar. Yapılışlarına göre ayrı ayrı koruma yöntemi uygulamaktadır. Burada sanayiide en çok kullanılan olan "sincap kafesli asenkron" motorların koruma yöntemini açıklayacağız.

Sincap kafesli asenkron motor, yapılışı gereği normal çalışmasında ark çıkarmaz. Bu nedenle iki şekilde korunabilir:

a) d-tipi: Bu takdirde motorun gövdesi 10 atmosferlik bir patlama basıncına dayanabilmeli ve yine flanşları alevi dışarıya sızdırmayacak şekilde imal edilmiş olmalıdır.

b) e-tipi: Motor yapılışı gereği ark çıkarmadığına göre e-tipinde korunabilir. Yalnız kısa devre vb. gibi kaza anlarında ısının yükselmesini önleyecek bir düzeneğe ihtiyaç vardır. Motorun sarımları arasına yerleştirilecek termostatlarla bu istek yerine getirilebilir. Her motor tek tek yüke verilir ısınma deneyine alınmalıdır.

Bu yöntemle basınca dayanıklı kalın bir gövdeden kurtulur ve yine özel işlemlerle flanşlara da gerek kalmaz. Motor d-tipi korumaya nazaran daha ucuza maledir. Fakat maden ocaklarının ağır işletme şartlarına en elverişli olanı ise sağlam gövdeli d-tipi motorlardır.

Bilezikli asenkron motorlar ancak d-tipinde korunabilir. Fırçalan sürekli ark çıkardığından başkaca bir koruma yöntemi yoktur. Diğer fırçalı elektrik motorları da d veya p-tipinde korunabilirler.

6.2. AÇAKLAR (ŞALTERLER):

Elektrik devrelerini açıp kapayan açaklar sürekli ark çıkardıklarından ancak d, p veya ö-tipinde korunabilirler. En çok d-tipi koruma uygulanır. Şalterleme dolayısı ile yağ kullanılıyor ise ister istemez ö-tipi koruma uygulanır. Genelde maden ocaklarında yağlı aygıtlardan kaçınılır. Çünkü yağlı aygıtlar patladıklarında etrafa saçılan yağlar yangına neden olmaktadır.

Patlayıcı ortama monte edilen güç miktan arttıkça şalterlerin hacimleri de büyümektedir. Çünkü d-tipinde korunmuş bir aygıtın gövdesi 10 atmosferlik bir basınca dayanmak zorundadır. Sonuçta ufak bir şalter bir demir yığını haline gelmektedir. Bu ise emniyetli çalışmanın getirdiği bir külfettir.

Şalterler birçok hususları da yerine getirmek zorundadır. Burada söz konusu hususlara değinilmeyecektir, örneğin kapak açıldığında şalterin elektriğini kesecek bir mandal

sistemi yapımı zorunludur. Koruma düzenleri normal ortamlarda kullanılanlardan daha güvenilir olmalıdırlar. İşte bu gibi hususlar aygıtı pahalandıran fakat emniyeti artıran faktörlerdir.

6.3. TRANSFORMATÖRLER:

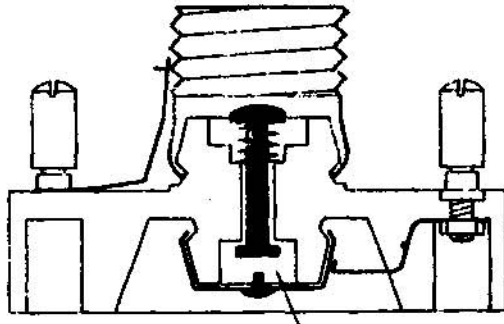
Elektrik dağıtım şebekelerinin kaçınılmaz aygıtı olan transformatörler maden ocaklarında da bol miktarda kullanılırlar. Maden sanayii dışındaki patlayıcı ortamlardan izole edilebilme olanakları vardır. Gücü iletecek trafo patlayıcı ortamın dışına emniyetli bir yere yerleştirilebilir. İlk zamanlar yağlı ve kumlu koruma yöntemi uygulanıyordu ise de bugün tamamen d-tipi koruma uygulanmaktadır. Yapılışları gereği ark çıkarmıyorlar ise de büyük güçteki trafolarla e-tipi koruma uygulanmaz. Kısa devreye karşı korunmuş olmaları gerektiğinden şalterleri ile birlikte imal ve monte edilirler.

6.4. AYDINLATMA AYGITLARI:

Aydınlatma aygıtının yapılışına göre uygulanacak koruma yöntemi de farklıdır. Sırası ile bunları inceleyelim.

a) Akkor Flamanh Ampuller: Evlerde kullanılan bildiğimiz akkor flamanh ampullerin yüzeyleri fazla ısındıklarından ancak d-tipinde korunabilirler. Üzerlerine basınca dayanıklı cam fanus yerleştirilir. Bu fanus ısıyı dağıttığından patlayıcı ortamla temas halinde bulunan yüzeyin ısı düşük olur. Ayrıca fanusun bağlantı yüzeyi alev sızdırmayacak kalitede imal edilmiş olacaktır.

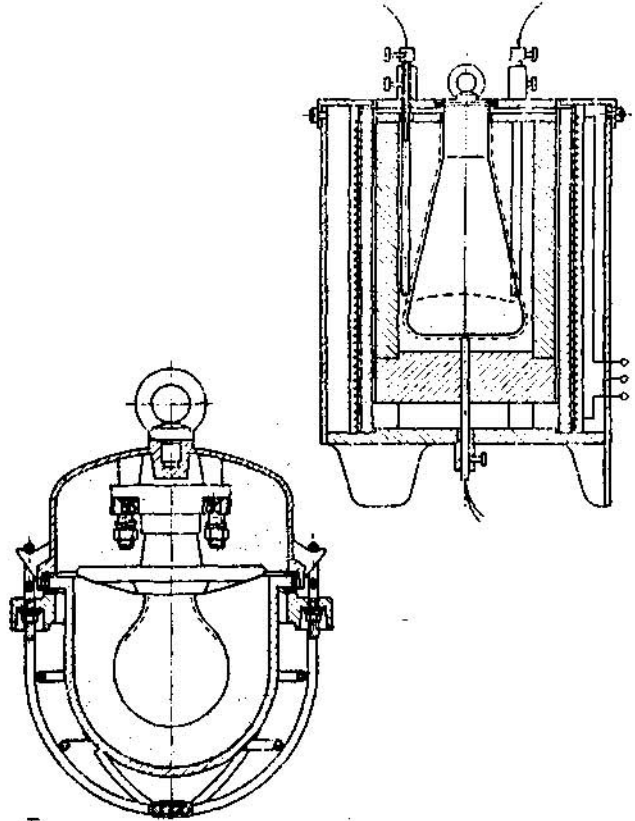
Akkor flamanh ampul özel olarak imal edilip daha büyük bir yüzey elde edilebilir. Bu takdirde ampulün dış yüzeyi fazla ısınmaz ve d-tipi yerine e-tipi koruma uygulanabilir. Ampulün akkor telleri ndeki ısı ne kadar yüksek ise de, patlayıcı ortamda kırıldığında hemen soğudundan ortamı ateşleyemezler. Bu önemli bir bulgudur. Yalnızca ampulü takarken kıvılcım çıkmasını önleyecek bir tedbir alınması gerekir. Şekil 4'de görülen bir düze-



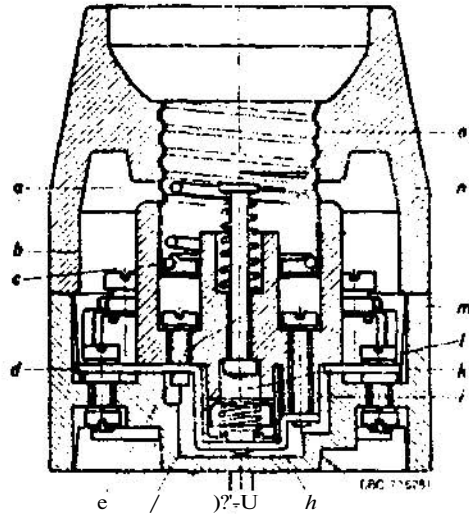
ŞEKİL 4. Akkor flamanh bir lambanın antigrizu duy kısımlarının kesitleri

nekle ark çıkaran kısım d-tipi korunmuş çok küçük bir hacme sıkıştırılmıştır. Böylece e-tipi korunmuş akkor flamanh bir aydınlatma aygıtı imali mümkündür ve çok yaygın bir yöntemdir.

e-tipi korunmuş akkor flamanh aygıt d-tipine nazaran daha ucuz gibi gözükür ise de özel bir ampul imali gerektirdiğinden pek de ucuz düşmez, d-tipinin dezavantajı da basınca (10 at.) dayanıklı fanus gereksinimidir.



ŞEKİL 5. Değişik tip antigrizu lambaların kesitleri



TABLO 714İN DEVAMI

30	CCP 39»yt- 1» Birli?»	Üöf. ...	oab* aaa	P9«	PBa B	I 2-4	I	■	XI	•	C	71-İ5	srPs»si,Oct«t»«
C3	O»» Şakolavakya	CW 341480 CW 34149»	a>b	••	3	•	X	0	6	5	8	*..	?14 r.c-lu drey rat. e/a WO), untrava
H.	Macaristan	•S* 4814/.	aaa •a»	Sb- Rb-	0	I ir-iv»	a	f	t	e	k	11-95	Ki, Budapafta
PI	Polonya	n IS/ir- 08110	oe».	B. •1	•	• i*-c	2	»	P	0	3	π-t«	•Barbara* j»-«jr oca»ı (XCB),likoloi
B	Roanya			A. f*	a		n	a	v	u	s		S.O.S.B. P«tro»«ii *»»*ur«»s Eoatitisu
»?	In«oalavya	JOS Orup 800	eab		t	I II*-C	«	a	»	0	0	TI-T6	S-KJdi«»son, Za^r«0
A	Avusturya	ÖVI 171	eab	IX	d	I-I*		»	f	0	9	5I-»5	STVA, ':-./»» PJV-Viyara
K	orvaç	VD1 0171 «ibl	oab	I*	d	I-in		a	f, p	0	a	UI-15	ntno- Oslo
S	ısvse	S» 21.08/9.6 SW n.08.15	eab	X S?	r	I-1		h	v	0	a	TI-15	?«ko,3tokhcl«
»?	favıçr»	S»V 1015	eab	(»x)	d	I-f		•	f	0.	•	4-D	"EV, »w.-M
3	Japonya	J13...	eab		i	I-3"		a.	f	0	a	»-1-15	Mfirv, ?-kyo
«3 i	Birleşik Uarika »KCP OSHA	UI St«d İop Safety »» 674-9X3	coo* •IC	CI.I Bx (»»«« proof	S-A	S-A					15		EL :»b's-Cai,a^»/": (Hir«K for Jur?lu
Ul. CSA	«Cer. »d» CSA	C3» 3td. «J.f (o.JO (a*»>.vasahrii (motorlar)	eca	CI.I	B-A	B-A						TI. II İI-76 -r.S, ?»3	Eiploav» Ata.Lab. Ofia« CSA Tasting :-»bor.it*ri Toronto

b) Floresan Tipi Ampuller: Evlerde kullanılan bildiğimiz starterli floresan ampuller ancak d-tipi korunduklarında patlayıcı ortama sokulabilirler, e-tipi koruma uygulayabilmek için ark çıkaran starterlerinin olmaması gerekir. Bu işlevi üstlenebilecek tek pimli özel ampuller imal edilmiştir. Ampulün üzerindeki ince bir iletken şerit ilk ateşleme görevini yerine getirir, startere ihtiyaç kalmaz. Akkor flamanlılarda bahsettiğimiz sorun aynen burada da mevcuttur. D-tipi koruma uygulanırsa basınca dayanıklı özel tüp, E-tipi uygulanırsa özel ampul gereksinimi hemen karşımızdadır. Ençok yaygın olan D-tipi korumadır. Çünkü basınca dayanıklı uzun cam tipi imali pek pahalı değildir.

c) Ova Buharlı Ampuller: Bu tip ampullerin ışık şiddetleri yüksek ve ömürleri çok uzundur. Bildiğimiz piyasada kullanılan civa buharlı ampuller ancak d-tipinde korundukları takdirde patlayıcı ortamlarda kullanılabilirler. Sarı ışık yayan natrium buharlı lambalar tehlikeli ortamlarda her durumda kullanılamazlar. Çünkü kırıldıklarında etrafa metal parçacıkları saçarlar.

Floresan ampullerde olduğu gibi civa bularlılarda da startersiz ampul imal edilmiştir. Starterliye nazaran ömrü daha kısadır. Bu tip startersiz ampuller e-tipinde de korunabilir.

Civa buharlı aygıtlar arasına yanıp söndüklerinden ve yine uzun ve kaba yapılarından dolayı floresanlar kadar yaygın değildir.

6.5. TELEFONLAR:

Patlayıcı ortamlarda ve özellikle maden ocaklarında yaygın olarak kullanılan aygıtlardan biri de telefonlardır. Bunlar d-, e- ve i-tipinde korunmuş olarak karşımıza çıkarlar. Bir telefon aygıtında ark çıkaran kısımlar çoktur. Bu nedenle tamamen e-tipinde korunamazlar. Belli bölümleri e- veya yine belli bölümleri de d-tipinde korunur.

Burada vurgulamak istediğimiz nokta d-tipi korunmuş bir telefon aygıtının yerine i-tipi bir cihazın konamayacağı, birbirleri ile yer değiştiremeyeceğidir, i-tipi korunmuş aygıt açık mavi renklidir ve aynı renkli bir kabloya bağlanabilir. Ayrıca kendinden emniyetli bir telefon aygıtının çalışma gerilimi de 24 voltu geçemez.

Burada telefon aygıtlarının iç yapılarına girmeyeceğiz. Bilinen üç tip telefon aygıtı vardır. Otomatik, merkezi bataryalı manyetolu, bataryası üzerinde (lokal bataryalı) manyetolu.

Maden ocaklarında en yaygın lokal bataryalı ve otomatik telefonlardır.

6.6. BAŞ LAMBALARI:

Baş lambaları madencinin silahı gibi sürekli yanında taşıdığı önemli bir aygıttır. Baş lambaları keşfedilmeden önce madenlerde yağlı lambalar ile bugünkü emniyet lambalarının ilkel tipleri kullanılırdı. Bu lambalar birer

patlama ve tehlike kaynağı idiler. 1925'lerde akülü lambalar kullanılmaya başlandığında madenlerdeki patlamalar % 70'e varan seviyelerde düşüş göstermiş ve daha sonra yağlı lambalar ile ızgaralı lambalarının aydınlatma amacı ile kullanılmaları yasaklanmıştır. Bu kadar önemli bir görevi üstlenen söz konusu aygıtın emniyetlilik derecesine gelince:

Baş lambaları basınca dayanıklı bir kaba konulup d-tipi koruma uygulanamaz. Aksi halde lamba taşınmaz hale gelir. Ayrıca lamba yapılışı gereği kendisi de gaz çıkarılmaktadır.

Baş lambalarına bildiğimiz koruma yöntemlerinden hiçbirini uygulamak mümkün değildir. O nedenle S-1 ipi diye adlandırılan özel bir koruma yöntemi uygulanır. Diğer bir deyimle baş lambaları özel izine bağlıdır. Bu aygıtların normal çalışmada ark çıkaran kısımları lambayı açıp kapayan düğmedir. Başlıkta bulunan bu düğmenin salt kısmının hacmi çok küçük olduğundan tehlike yaratmaz, ön cam kırılıp ampul yuvasında ark çıkabilir. Bunu önlemek için ampul yuvasına yaylı olarak yerleştirilmiştir. Cam kırıldığında yukarı kalkarak dışarı fırlar. Bu noktada görüşler farklıdır. Çünkü her zaman ampul düşünüldüğü gibi tam olarak dışarı fırlayamaz ve kontak devam edebilir. Bu nedenle bazı ülkeler ampülü yaysız yerleştirmektedir.

Başlığa gelen kablo kısa devre olduğunda ark çıkarabilir. Bu ark tehlikeli seviyeye ulaşmadan kesilmelidir. Akü kapağı altındaki bir sigorta bu görevi yerine getirir, işte baş lambalarında esas emniyeti sağlayan bu ufak sigortadır. Bu nedenle bu sigortalar tek tek denenip kontrol edilerek kullanılırlar. Onarımları da caiz değildir.

Lamba aküsünün kendi çıkardığı gaz kapağın kenarındaki bir delikten ve yine süpaplı bir delikten dışarı atılır. Bu deliklerin tıkanması sonucu bazen lambanın kapağı dışarı fırlayarak madenciyi şaşırtabilir.

Madenci ile birlikte sürekli arında kullanılan lambaların çok emniyetli ve güvenilir olması hayati bir önem arz etmektedir. Bu emniyet ise ancak iyi bir bakım ve servis ile sağlanabilir. Teknik bakımdan her durumda emniyetli olan (örneğin kendinden emniyetli aygıtlar gibi) bir baş lambası bugüne kadar yapılamamıştır ve gelecekte de beklenmemektedir.

KAYNAKÇA:

- (1) D. VViechmann, Ex-Vorschriften der UdSSR, USA und Bundesrepublik ETZ. Heft 4, 7, 8/1979.
- (2) Elektrische Ausriistungen in Explosionsgefährdeten Betriebsstätten. Arbeitsgemeinschaft des VDE-Bezirksvereins, Frankfurt am Main, VDE-Verlag GmbH, Berlin.
- (3) E. Kührt, E. Pointer; Errichtung explosionsgeschützter elektrischer Anlagen Richard Pflaum Verlag KG, München.
- (4) E. Kührt, E. Pointer; Grundlagen des Explosionsschutzes elektrischer Anlagen Richard Pflaum Verlag, München.
- (5) BBC, Handbuch, H. Olenik, H. Rensch, W. VVettstein, Handbuch für Explosionsschutz Verlag W. Girardet, Essen.