

500VE750KVLUK SALT SAHALARINDAKİ ELEKTRİK ALANLARININ BAKIM PERSONELİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE KORUNMA ÖNLEMLERİ

v.p. korobkova
m. d. stolarov
yu. a. morozov
yu. a. yakub

ÖZET

500 ve 750 kV'lık salt sahalarında elektrik alanının bakım personeli üzerinde etkileri üzerine yapılan incelemelerin sonuçlarıyla birlikte, SSCB'de kabul edilmiş sağlık kuralları ve personeli koruma yöntemleri veriliyor.

SUMMARY

The results of the investigations on the influence of the electric field in 500 and 750 kV switchyards on maintenance staff are given as well as the hygienic rules accepted in the USSR and the means for the protection of the personnel,

UDK: 538.3:621.3.027.8:574.6

GİRİŞ

Çok yüksek gerilimli salt sahalarındaki elektrik alanlarının buralarda çalışan insanlar üzerindeki etkileri, SSCB'de 1962'den bu yana araştırılmaktadır. Bu araştırmanın kapsamı içinde, elektrik alanlarının doğrudan etkisi ile birlikte, çeşitli nesnelere dokunma sonucu oluşan ve bu nesnelere dokunma sonucunda oluşan ve bu nesnelere dokunma sonucunda oluşan ve bu nesnelere dokunma sonucunda oluşan toprağa göre gerilim farklarının neden olduğu

elektrik boşalmalarının insan üzerindeki etkileri de incelenmektedir.

İncelemeler göstermektedir ki; salt sahasının çalışma gerilimi arttıkça elektrik alanının etkisi de artmaktadır. Bu olgu, 500 kV'luk (yada daha fazla) indirici merkezler tasarımı ve işletilirken ve özellikle de çok daha yüksek gerilimli salt sahaları tasarımı için gözönüne alınmalıdır.

1. ELEKTRİK ALANININ DOĞRUDAN ETKİSİ

1.1. Tıbbî ve Fizyolojik İnceleme Sonuçları

500 kV'luk indirici merkezlerin birkaç ay işletilmesinden sonra, elektrik alanının etkisinde çalışan personelin bir kısmı baş ağrılarından ve bitkinlikten yakınmaya başladılar.

500 kV'luk salt sahalarındaki elektrik alanlarının işlevlerini belirlemek için buralarda çalışan yaklaşık 250 kişi üzerinde sistematik tıbbi inceleme gerçekleştirildi.

Elektrik alanının etkisinin belirlenmesi, incelemelerden geçirilen kişilerin sağlık durumlarındaki olası değişiklikler gözlenerek yapıldı. Bu kişilerin durumları 110 ve 220 kV'luk indirici merkezlerdeki personelinkile de karşılaştırıldı. İncelemeler gösterdi ki, 500 kV'luk indirici merkezlerde hiçbir koruyucu önlem almadan uzun süreli çalışma, merkezi sinir sisteminin, kalbin ve dolaşım sisteminin dinamik durumunda kalıcı değişiklikler yapıyordu [1]. Üzerinde tıbbi inceleme yapılan genç insanlar seksüel güçlerindeki azalmadan şikayet ettiler. Ortaya çıkan bozuklukların uzun süre gözlenmesi bunların büyüklüğünün ve kalıcılığının

çalışma süresi ile arttığını gösterdi. Elektrik alanının etkileri artan çalışma gerilimiyle yoğunlaşıyordu. Bazı indirici merkezlerin çalışma gerilimi 400 kV'dan 500 kV'a çıkartılırken yukarıda adı geçen bozukluklar da önemli artışlar saptandı.

Elektrik işletmelerinde çalışanlar tıbbi incelemenin yanı sıra fizyolojik incelemelerden de geçirildiler [2]. Bu incelemeler elektrik alanının insan üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya çıkardığı gibi, bu etkilerin neden olduğu bozuklukların hassas bir şekilde saptanmasını da sağladı. İşlevsel hastalık ve bozuklukların derecesinin alan içinde kalış süresi ile doğrudan bağlı olduğu görüldü.

1.2. Doğrudan Etkiyi Belirleyen Ölçüt

Elektrik alanının insan üzerindeki doğrudan etkisini belirlemeye yarayan ölçüt, bu etkinin oluşumunu açıklayabilir nitelikte, denetlenebilir ve kendisi için bir üst sınır tanımlanmasına uygun olmalıdır.

Çalışma yerindeki elektrik alan yoğunluğu, elektrik alanının insan üzerindeki doğrudan etkisini belirleyebilir ve bu etkinin oluşumunu da uyumlu biçimde açıklayabilir.

Elektrik alan yoğunluğu, çalışma ilkesi, bir dipol oluşturan iki plaka arasından geçen akımı ölç-

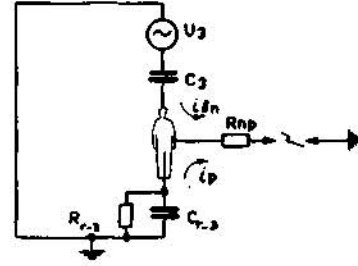
meye dayanan, özel bir aygıt kullanılarak ölçülür [3].

Vücudun yüzeyi üzerindeki gradyen de elektrik alanının doğrudan etkisini belirlemede ölçüt olabilir. Ancak vücudun hangi kısmının elektrik alanının etkisine daha çok uğradığı önceden bilinemediğinden gradyen ölçümü için bir yöntem belirlemek güçtür.

Çalışma yerindeki potansiyel elektrik alanının yoğunluğuna bağlıdır, fakat elektrik alanının insan üzerindeki etkisi ile potansiyelin doğrudan bağlantısının olmayışı bu ölçütün kullanılmasını zorlaştırır.

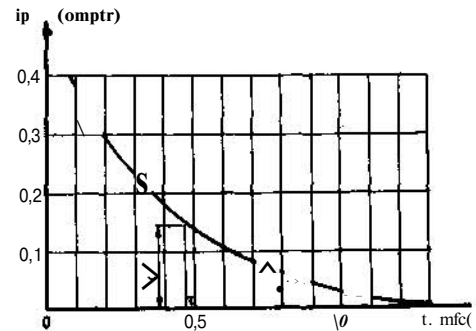
Vücuda giren endükleme akımının büyüklüğü, insanın elektrik alanı içerisindeki yerine ve alanın yüzeydeki yoğunluğuna bağlıdır.

Yukarıda belirtilen özellikleri nedeniyle çalışma yerindeki elektrik alan yoğunluğu, SSCB'de elektrik alanının insan üzerindeki etkisini belirleyen ana ölçüt olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Bir insanın topraklanmış bir nesneye dokunmasıyla ortaya çıkan durum.

t_{B1} - etkileme akımı I_p - boşalma akımı / V_j - eşdeğer etkileme gerilim kaynağı / C_j - etkileme kaynağına göre eşdeğer sığaç / $R_{p,j}$ ve $C_{r,j}$ - boşalmadan önce insan ile toprak arasındaki direnç ve sığaç / R_{np} - dokunma direnci.



Şekil 2. Topraklı bir nesneye dokunma sonucu oluşan boşalma akımının zamana göre değişimi (laboratuvar deneyi).

2. ELEKTRİK BOŞALMALARININ ETKİSİ

2.1. Boşalmaların Oluş Nedenleri

Elektrik alanı içindeki bir kişi topraktan yalıtılırsa (düşük iletkenliği olan toprak tabakalar yada yalıtılan toprak ile) üzerinde bir gerilim oluşur. Bu gerilimin değeri kişi toprak düzeyinde duruyorsa 6 kV, yükselmiş durumda ise 30 kV'dur. Bu kişi topraklanmış bir nesneye dokunursa, C_{-3} sığacı (Şekil 1) üzerinden bir boşalma ve dokunma noktasında da bir ark oluşur. Boşalma sırasında vücuttan etkileme akımı $i_p = I_p \cdot e^{-t/T}$ nin (Şekil 2) yanısıra darbe akımları da geçer.

Boşalma akımının genliği;

$$I_{pm} = \frac{U_m}{R_{np}} \text{ dir.}$$

Burada U_m insan ile topraklı nesne arasında boşalmanın olduğu en büyük gerilim değeri, \hat{p} de dokunma direncidir ve vücutun, arkin ve boşalmanın izlediği yol ile insan arasındaki dirençlerin toplamından oluşur. Boşalma zaman katsayısı $T = R_{np} \cdot C_{-3}$ dir.

Dokunma direnci insanın topraklı nesneye dokunuş biçimine bağlıdır. Dokunma ya doğrudandır yada iletken bir çubuk aracılığıyla, iletken çubukla dokunmaktaki direnç doğrudan dokunulduğundakinden bir kat daha küçüktür. Boşalma akımının anma değeri, gerçek koşullar altındaki ölçmelerde, doğrudan dokunma için 8 Amper, iletken çubuk kullanılarak dokunmada da 70 Amper olarak bulunmuştur. Bu akım değerlerine karşılık gelen zaman katsayıları 0.5 ve 0.05 mikrosaniyedir.

2.2. Boşalma Etkisinin Olası Sonuçları

Boşalma akımının yaratacağı tehlikenin derecesi kritik bir darbe (*impulse*) ile belirlenebilir [4]. Tek bir darbenin enerjisi kritik darbeninkinden bir hayli küçüktür. Tek tek boşalma darbe akımlarının ani tehlikeleri yok ise de bunlar korteks de uyarıcı bazı değişikliklere neden olabilirler. Örneğin irade dışı oluşan hareket uyarıları gibi. Bu durum özellikle hatlarda çalışılırken tehlikelidir çünkü hat yüksekliğinden yere düşmelere yol açabilir.

Sık sık oluşan boşalmalar, acı duygusu da yaratarak insan organizmasını etkilerler. Bunun sonucu korteksin elektriksel işlevlerinde değişiklikler, nefes alışışı ve kalp atışında da düzensizlikler meydana gelir [5].

2.3. Elektrik Boşalmalarının İnsan Üzerindeki Etkisini Belirleyen Ölçüt

Elektrik boşalmalarının insan üzerindeki etkilerini en iyi biçimde belirleyen ölçüt, elektrik alanı içindeki insanın üzerinde oluşan gerilimin değeridir.

Bu ölçüt yalnızca alan yeğinliğini göz önüne almakla kalmaz aynı zamanda insan ile toprak arasındaki yalıtımın niteliğini de dikkate alır. Ancak kurallar oluşturulurken en kötü koşullardan hareket edilmelidir. Örneğin "insan-toprak" toplam direncinin etken bileşeni sonsuz büyüklükte kabul edilir. R_{-3} direncinin gerçek değerini göz önüne

almak bu kurallara bu koşullarda uyulmasını güçleştirir (örneğin tasarım sırasında insan üzerindeki gerilimi ölçmek olanaksızdır).

$R_{-3} = 00$ ve c_{-3} in değerindeki değişimler de önemsiz ise, insan üzerinde oluşan gerilimin o noktadaki elektrik alan yeğinliği ile orantılı olduğu düşünülebilir.

Yukarıdaki sonuca göre, elektrik alanının insan üzerindeki doğrudan ve elektrik boşalmalarıyla olan etkisi aynı ölçüt ile belirlenebilir ve bu da kurallar geliştirmeyi kolaylaştırır.

3. 500 ve 750 kV'luk tNDtRtCl MERKEZLERDEKİ ELEKTRİK ALANI

Bir indirici merkezin herhangi bir yerindeki elektrik alanının yeğinliği çalışma gerilimine ve bu yerin akım taşıyan iletkenlerden olan uzaklığına bağlıdır. Elektrik alanının yeğinliği, aynı zamanda, iletkenlerin yerleştiriliş biçimine, ekranlama için kullanılan öğelerin yüzey alanına ve geometrilere ve iletken demetinin büyüklüğüne de bağlıdır. Bu nedenle aynı salt sahasının farklı baylarında ölçülen elektrik alan yeğnilikleri de farklı değerlerdedir. Bu durum farklı salt sahaslarının benzer bayları için de böyledir.

3.1. Çalışan Aygıtların Yakınındaki Alan Yeğinliği

500 ve 750 kV'luk salt sahaslarındaki elektrik alanının yeğinliği için ölçme sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir. Bu ölçmeler baylarda yada baylar yakınında yapılmıştır.

Salt sahaslarının büyük çoğunluğunda en büyük alan yeğinliği dıştaki bayın en dıştaki ucunda ölçülmüştür. Çalışma gerilimindeki artış alan yeğnilığının en büyük değerini de artırmaktadır.

400 kV'luk salt sahasında geniş bir bölge için alan yeğinliği 5 kV/m'yi geçmezken, 750 kV'luk

Ölçme Noktası	Salt Sahasında Elektrik Alan Şiddetinin En Büyük Değeri kV/m		Açıklayıcı Eklr
	500	750	
Hava basmalı bir devre kesicisinde	19 27	23	Dıştaki bayın en dıştaki fazında Baylar arasında (yan yana bayların birbirine yakın fazları aynı isimdedir)
Bir akım trafosunda	15	23	Dıştaki bayın en dış fazında
Bir devre ayırıcıda	15	19	Dıştaki bayın en dış fazında
Bir gerilim trafosunda	17	21	Dıştaki bayın en dış fazında
Bir arstererde	21	21	Dıştaki bayın en dış fazında
Bir güç trafosu ve şönt reaktöründe	4	5	Tanklardan 5 m ötede
Yollarda	23	22	
Kablo kanallarında	26	23	

Çizelge 1.

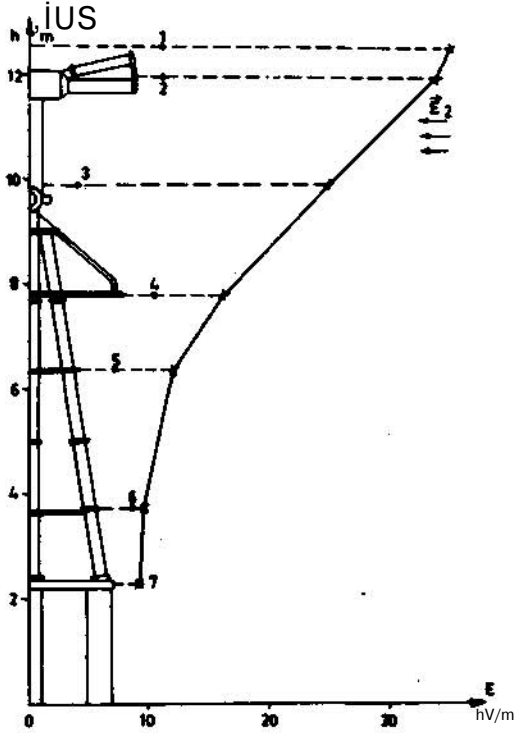
salt sahasında alan yeğnilığının 10 kV/m'nin altına düştüğü hiçbir bölge bulunamamıştır.

Elektrik alan yeğinliği transformatörler ve şönt reaktörler yakınında oldukça düşmektedir. Bunun

nedeni tankların, soğutucuların ve soğutmayı ayarlayan araçların ekranlanmış olmasıdır. Beton yapıların içinde, bu yapıların akım taşıyan iletkenlere göre konumu ne olursa olsun elektrik alanı yoktur.

3.2. Aygıtlar Çalışmazken Baylardaki Elektrik Alan Yeğİnliği

Bakım personelinin araç ve gereçler yakınında çalışma zorunluluğu vardır. Örneğin havalı devre kesicilerin bakımı çok zaman ve emek harcanmasını gerektirir.



Şekil 3. 500 kV'luk havalı bir kesicinin (dıştaki kutup) bir öğesi boyunca alan dağılımı: alan yeğİnliği 1-7 noktalarında ölçüldü. E} - yukarı haraların oluşturduğu alanın yeğİnliği? E₂ - yandaki bayların ilgili düzeneğiyle oluşan alan yeğİnliği.

Şekil 3'de 500 kV'luk bir havalı devre kesicinin dıştaki kutbunun öğelerinden birinin yüksekliği boyunca alan dağılımı gösterilmiştir. Ölçmeler (hidrolik kaldırmalı koltuk içerisinde olarak) devre kesici ile aynı düzlem üzerinde ve ondan 0,5 metre uzaklıktaki noktalarda yapıldı. Elektrik alanı, devre kesiciden 9 metre yukarıdaki haralarla ve yanda (sağda) yerleştirilmiş bayın ilgili düzeneğleriyle oluşturuldu. 1 noktasındaki en büyük alan yeğİnliği 35 kV/m olarak ölçüldü. Alan yalnızca haralarla oluşturulduğunda bu değer 20 kV/m'ye düşüyordu. Baralar devre dışı ise ve elektrik alanı yalnızca yanda yerleştirilmiş bayların ilgili düzeneğleriyle oluşuyorsa en büyük alan yeğİnliği 25 kV/m olarak 1 nolu noktada ölçüliyordu.

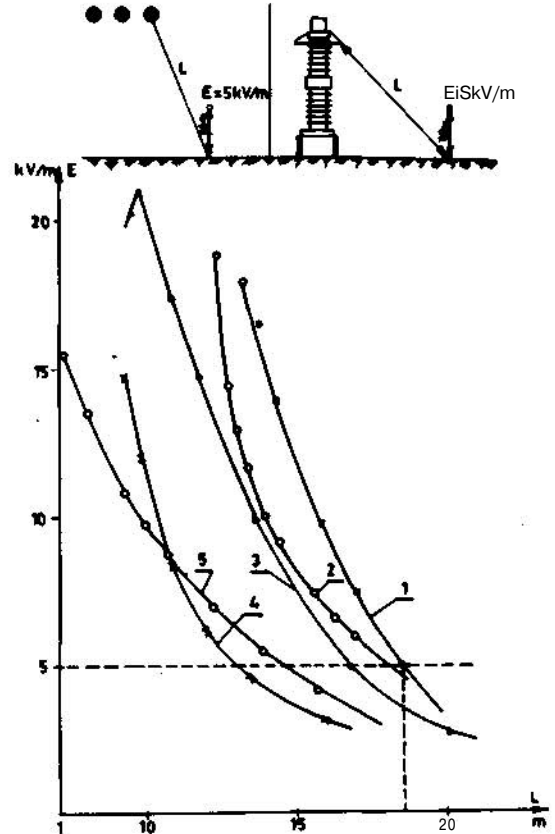
Ortadaki kutup da, dıştaki kutupların ekranlama etkisi sonucu alan yeğİnliği yukarıdaki iki durum

için 8 kV/m ve 5,5 kV/m'yi geçmiyordu. Aynı ölçmeler 500 kV'luk başka bir alet yakınında da yapıldı. Bir akım trafosunun dış fazındaki en büyük alan yeğİnliği 20 kV/m olarak bulundu. Bu değer alanın yalnızca yandaki baylarla oluşturulması durumunda 13 kV/m'ye düşüyordu. Ortadaki faz için bu değerler 6 ve 1,5 kV/m olarak ölçüldü. Gerilim trafoları, kesiciler ve arresterler yakınında en büyük alan yeğİnliği 15 kV/m'yi geçmiyordu.

İşler durumda olmayan topraklanmış aygıtların kutupları arasındaki elektrik alan yeğİnliği toprak düzeyinde çok küçüktür (0,5-1 kV/m). Ancak dıştaki kutupların arkasında yandaki bayların bir etkisi oluyorsa bu değer 10-15 kV/m'ye ulaşabilir. 750 kV'luk salt sahalarında işler durumda olmayan aygıtlar üzerinde ölçmeler henüz yapılmamıştır.

4. SAĞLIK KURALLARI

Çizelge 2'de yer alan sağlık kuralları [6], 400, 500 ve 750 kV'luk işletmelerdeki personelin çalışma koşulları göz önüne alınarak geliştirildi. Kurallar, hiçbir korunma önlemi olmadan, farklı yeğİnlikteki elektrik alanları içerisinde müsaade edilebilir (alanın doğrudan etkisi bakımından) kalış sürelerini belirlemektedir. Ayrıca elektrik boşalmalarının etkilerini giderme önlemleri de bu kurallar içinde yer alır.



Şekil 4. Baraların ve aygıtların enerjili kısımlarına olan uzaklığa bağlı olarak alan yeğİnliği: 1) 500 kV'luk bir havalı kesicide, 2) 500 kV'luk bir kesicide, 3) Yollar üzerinde, 4) Bir akım transformatoründe, 5) Bir ayırıcıda.

Sağlık kurallarında elektrik alan yeğlinliğinin eşik değeri 5 kV/m olarak belirlenmektedir. Daha düşük yeğlinlikteki alanların etkileri (etkinin geçerli olduğu süre ne olursa olsun) önemli sayılmaz. Elektrik alan yeğlinliğinin 5 kV/m'den büyük olduğu bölgeye etkileme bölgesi denir. Alanın ve boşalmaların istenmeyen etkileri yalnızca bu bölge içerisinde olur.

Herhangi bir korunma önlemi olmadan içerisinde kalınabilecek en büyük zararsız alan yeğlinliği 25 kV/m'dir. Çalışma yerinde alan yeğlinliği 25 kV/m'den büyükse yada emniyet koşulları Çizelge 2'deki koşullara uymuyorsa, çalışmalar koruma önlemleri alınarak sürdürülür.

tşler durumdaki indirici merkezlerde çalışma koşullarının belirlenmesi, çoğu kez alan yeğlinliğinin ölçülüp, elde edilen değerlerin sağlık kurallarına ilişkin olarak verilen değerlerle karşılaştırılması yoluyla yapılır. Ölçmelerin yapılmadığı durumlarda, enerjili kısımların etkileme bölgesinin sınırına olan havadan uzaklığı belirleyici öğedir. Bu uzaklık 500 kV'luk istasyonlarda 20 metre [ö], 750 kV'luk istasyonlarda da 30 metredir. Bu uzaklıkların nasıl bulunacağı Şekil 4'de gösterilmektedir. Aynı şekilde elektrik alan yeğlinliğinin akım taşıyan iletkenlerden olan uzaklıkla değişimi de yer almaktadır, ölçmeler dıştaki bayların en dıştaki fazlarından uzaklaşılan doğrultudaki noktalarda yapılmıştır. Şekildeki eğrilerin $E = 5 \text{ kV/m}$ ile tanımlanan yatay doğru ile kesiştiği noktalar etkileme bölgesinin sınırını belirler.

Noktalar	Elektrik Alan Yeğlinliği kV/h>	Personelin Elektrik Alanı İçerisinde Müsaade Edilebilir Kalın Süresi (dakika olarak)	Açıklamalar
1	5	sınırsız	Kuralların 2, 3, 4 ve 5 nolu maddeleri aşağıdaki durumlar için geçerlidir; 1) elektrik alanı içerisinde kalındığı tüm zaman süresince alan yeğlinliğinin 5 kV/m yada daha az olması 2) elektrik boşalmalarının etkileme olasılığının giderilmesi
2	10	180	
3	15	90	
4	20	10	
5	25	5	

Çizelge 2.

5. KORUNMA ÖNLEMLERİ

Elektrik alanının etkilerine karşı ana korunma önlemi ekranlamadır. Ekranlama, personeli elektrik boşalmalarının etkilerinden de korur. SSCB¹ de iki farklı ekranlama yöntemi kabul edilmiştir; çalışma yerinin ekranlanması ve çalışan kişinin ekranlanması.

5.1. Ekranlama Araçları

500 ve 750 kV'luk salt sahalarında sabit, taşınabilir (hareketli) ve kafes biçimi ekranlar kullanılmaktadır. Bu ekranların tasarımı ekranlanmış bölgedeki alan yeğlinliği 5 kV/m'yi geçmeyecek şekilde yapılır.

Sabit ekranlar maske biçiminde, bölmeli yada kümes biçimindedir. Bunlar aygıt denetim kabinlerine, yedek devre kabinlerine ve diğer bazı yerlere yerleştirilirler (Şekil 5). Bazı durumlarda sabit



Şekil 5. Çalışma yerlerinin üzerindeki ekranlar.

ekranlar yanyana duran devre kesicilerin aralarına düşey olarak yerleştirilir. Bu ekranlar yandaki bayların oluşturduğu elektrik alanının yeğlinliğini düşürerek devre kesicilerin bakımında çalışan personeli korurlar.

Sabit ekranlar aynı zamanda personelin araç bakımı yaptığı ve çalışma yerlerine yürüyerek gitmek için kullandığı yollar üzerine de yerleştirilir (Şekil 6). Bu bakım yollarının bütünüyle ekranlan-



Şekil 6. Yaya yolu üzerindeki ekran.

ması olanaksızdır, çünkü araç ve gereçlerin bakımı için gerekli vinç ve benzeri makinaların geçebilmesi için yeterli yer ayrılması zorunludur, durularak bakım yollarının önemli bir bölümü ekranlamanın dışında tutulabilir.

Taşınabilir ekranlar kümes biçiminde yapılır ve sabit ekranların bulunmadığı bölgelerde çalışan personelin korunmasında kullanılır.

Kafes tipi ekranlar, teleskopik kulelere ve hidrolik kaldırılmalı koltuk biçimindeki işletmeciler kabininin üzerine yerleştirilir.

Tüm ekran tiplerinde metal ağlar kullanılır. Hesaplamalar ve model üzerindeki araştırmalar göstermektedir ki, alan yeğinliğinin ve insan ile ekran arasındaki uzaklıkların pratik değerleri için, gerekli koruyucu etkinlik, 50x50 mm boyutlu kare metal hücrelerle sağlanmaktadır. Düşey ekranlama bölmelerinin, 250 mm aralıkla yatay olarak asılmış iletken tellerle gerçekleştirilebileceği de görülmüştür. Yaya yollarının ekranlanması metal ağ yerine, 250 mm aralıkla yerleştirilmiş iletken teller ve yuvarlatılmış çelik (d =6 yada 8 mm) kullanılarak yapılır.

Denetim ve yedek devre kabinleri ile sürücülerdeki ekranlar çoğu kez 1900-2000 mm yüksekliğe konulur. Ekranın genişliği kabinin genişliğinden daha fazla olup, dışarı taşan kısmın uzunluğu 1000-1250 mm arasındadır.

Ekranlama bölmelerinin yükseklik ve genişliği devre kesicilerin boyutlarına uyacak büyüklüktedir. En alttaki ekranlama iletkeni yerden 4 metre, bakım yolu ekranları da 2000-2500 mm yüksekliktedir. Bu ekranların genişliği 1500 mm den az olmayıp hepsi de topraklanmıştır.

500 ve 750 kV'luk istasyonlarda uzun süre ekran kullanmanın personeli güvenlik altına aldığı ve çalışma koşullarını oldukça iyiye götürdüğü görülmüştür.

5.2. Kişinin Ekranlanması

Bu tür ekranlamada ekranlama giysileri kullanılır. Bu giysiler özel ayakkabılar kullanılarak topraklanırlar. Ekranlama giysisi ile korunmada şu elverişsizlikler vardır:

- topraklama zordur (özellikle bazı bakım işlerinde)
- sağlık kurallarına olan uyum yeterince iyi değildir. Giysi, çevre sıcaklığı 25°C'nin üzerine çıktığında rahatsızlık vermeye başlar.
- 1000 kV'a kadar olan enerjili devrelerde çalışırken kullanılmaz. Giysinin gerilimli parçalara kaza sonucu değip kısa devre yapması olasılığı vardır.

Bütün bunlar kişi ekranlaması uygulamasını oldukça sınırlı tutar.

5.3. Özel önlemler

Çok yüksek gerilimli istasyonlardaki çalışma koşullarının istenen biçimde sağlanması, yalnızca, alanların biyolojik etkilerine karşı önlemler almakla sınırlı değildir, istasyonların iç düzenlerinde ve işletme tekniklerinde bazı değişiklikler yapmak da gereklidir.

Genellikle bakımın ve denetimin yapıldığı binalar etkileme bölgesinin dışında kurulur. Bir salt sahası bayının genişliği ekranlama bölmelerinin yerleştirileceği de göz önüne alınarak seçilir. Farklı bayların yanyana fazları aynı adı taşımazlar.

500 ve 750 kV'luk salt sahaları, burada çalışan personelin elektrik alanı içerisindeki kalış süresinin azaltılması gereği de göz önüne alınarak tasarımılanır. Bazı enerjili aygıtlarla yapılan emek ve zaman alıcı işler bu tasarımın dışında tutulur. Örneğin, düzenli boyama zorunluluğunu

ortadan kaldırmak için yapıların bazıları betonarme yada galvanizli çelikten yapılır. Oynak balar da cam kullanılarak yalıtılır.

tşe başlamadan önce (kısa süreli bir iş de olsa) topraklanmamış akım taşıyan iletkenler ve baraların devre dışı bırakılmış bölümleri, bir işçinin dokunma olasılığına karşı ve elektrik boşalmalarının önüne geçmek üzere topraklanırlar. Ayrıca yanyana aygıtların akım taşıyan parçaları da topraklanırlar.

SONUÇLAR

1. 500 ve 750 kV'luk salt sahalardaki elektrik alanlarının insan vücudu üzerinde istenmeyen etkileri vardır. Bunlar, alan içerisinde uzun süre kalıp, çalışmaktan gelen doğrudan etkilerin yanında, elektrik boşalmalarıyla oluşan etkilerdir.
2. Elektrik alanının insan üzerindeki etkisinin derecesinde ölçüt alanın yeğinliği olarak alınmalıdır. 5 kV/m'den az yeğinlikler için alanın etkisi yoktur.
3. 500 ve 750 kV'luk salt sahalalarının birçok yerinde alan yeğinliği yukarda verilen eşik değerini önemli ölçüde geçer. Bu nedenle ekranlama gereklidir.
4. Bugün SSCB'de çalışma yerleri ekranlandığı gibi kişisel ekranlama için özel giysiler de kullanılmaktadır. Kişisel ekranlama birçok ekşiğinden dolayı yaygın biçimde kullanılmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] *Asanova, T.P., ve A.I.Rakov*, "The State of health of persons working in electric field of outdoor 400 and 500 kV switchyards" (Hygiene of labour and professional diseases, 1966, No.5).
- [2] *Sazonova, T.E.*, "Physiological and hygienic assessment of labour conditions at 400-500 kV outdoor switchyards" (Scientific publications of the institutes of labour protection of the All-Union Central Council of Trade Unions, issue 46, Profizdat, 1967).
- [3] *Morozov, Y.A., ve O.M.Gromov*, "Device for the measurement of industrial frequency electric field intensity" (Scientific publications of the institutes of labour protection of the Ali Union Central Council of Trade Unions, issue 65, Profizdat, 1970).
- [4] *Berger, K.*, "Grundsatzliche Überlegungen zur Revision der Vorschriften über die Erdung van Hochspannungsanlagen" (Bul Schweiz Elektrotechn. Vereins, 1961, No.9).
- [5] *Krivova, T.I.*, "Electrical Discharge Influence upon a Man". Proc. of the 3rd Ali Union Symposium (Hygiene of Labour and biological effects of radio frequency electromagnetic waves. Moscow, 1968).
- [6] Rules and Regulations on Labour Protection at 400, 500 and 750 kV A.C. Substations and Overhead Lines of industrial Frequency, SCNTY, Orgres, 1971.