

# Enerji Nakil Kabloları

Hüseyin PEKİN

Y. Müh. - E. İ. E.

Enerji nakil kablolarını ayırıcı özelliklerine göre üç bölüme ayırmak kabildir. Şöyleki:

- a) Kâğıt - kurşun elemanlı kablolar (alçak ve orta gerilim için)
- b) Yüksek ve çok yüksek gerilimli kablolar
- c) Kauçuk ve plâstik izole kablolar

Şimdi bu kablo nevelerinin özelliklerini kısaca tetkik edelim.

- a) Kâğıt - kurşun elemanlı kablolar:

Kuvvetli akım tekniğinde kullanılan kabloların % 95 inden fazlası emprenye edilmiş kâğıt izolasyonlu kablolardır (İletkenler üzerine alçak sühnetlerde madeni yağlar esasında luzuci madde emdirilmiş kâğıt şeritler sarılmıştır.) Bu kablolar VDE 0255, e göre 1 ilâ 60 kV tesmiye gerilimleri arasında normlandırılmıştır. İletkenler bakır veya alüminyum olabilir. İletkenler de VDE 0202 : 1943 e uygun olarak imal olunurlar. Bunlar tek telden veya aralarında sarılmış muhtelif tellerden müteşkil olabilirler. Kesitleri dayire veya hususiyetle üç ve dört nakilli kablolar da sektör şeklinde olabilir. Diğer kablo tipleri için de esas itibariyle aynı şekil cari olup, sadece yüksek gerilimli kablolarda 'hususî konstrüksiyonlar yapılır.

Kâğıt izolasyon şerit şeklindedir ve iletken üzerine spiral şeklinde sarılır. Kâğıt emprenye edilmeden önce vakum ve sıcaklık altında ihtimamla kurutulmalıdır. Emprenye edilme işlemi 110 ilâ 120 C° da yapılır. Bu halde emdirilen madde akışkan olup izolasyondaki delik ve boşluklara dolar, Normal sıcaklıklarda, emdirilen madde koyudur. İşletme sıcaklıklarında da yağın alçak noktalara akmaması için keza kâfi derecede koyu olması arzu edilir. Kablonun iki ucu arasındaki seviye farkının fazla olması hainde ise kablo hususî olarak yapılır. Bu nev'i kabloları 10 kV, a kadar yapmak mümkündür. Eskiden reçineli yağlar kullanılırdı, şimdi ise katıksız yağlar kullanılmaktadır.

Kablo dahilinde rutubetin nüfuzuna mani olmak için kablo kalın bir zarf ile örtülmelidir. Zarf maddesi olarak bugün esas itibariyle kurşun kullanılır. Kurşun yerine alüminyum zarfta kullanılabilir. Alüminyum

hafif olmakla beraber kurşun gibi kolay bükülmez. Bunlardan başka 0.3 - 0.4 mm kalınlığında çelik spiral boru da zarf olarak kullanılabilir.

Alüminyum ve çelik spiral zarflar korozyona karşı iyi korunmalıdır. Aynı tehlike zarf için de mevcuttur. Bu nev'i kablolar dahilde kuru beton borular veya beton kanallar içersinde doğenmelidir. Zarf maddesi kimyasal tesirler yanında elektrolitik tesirlerden de müteessir olmamalıdır.

Kurşun zarflı kablolarda zarf üzerine, bitüm emdirilmiş kâğıt sarılır ve bunun üzerine de gene bitüm emdirilmiş jüt kaplanır. Kablo aynı zamanda mekaniki zorlamalara karşı da korunmak istenirse iki tabaka çelik şerit muhafaza yapılır. Böylece dahi'de kullanılan tahkimattı kablo tipi meydana" gelmiş olur.

Şayet kablo toprak altına dönecek olursa çelik tahkimat şeridini korumak için de band üzerine emprenye edilmiş jüt tabakası kaplanmadır. Kauçuk - kurşun veya plâstik-kurşun kablolar galvanizli çelik tellerle tahkim edilirler. Alüminyum zarflı kablolar korozyona karşı bitüm bileşenleri, plâstik, kauçuk gibi maddelerle kaplanmalıdır. Çelik spiral zarflarda ise fosfatlama yapılır.

Kurşun zarftan, zarf örtüsünden ve çelikten tasarruf yapmak için iletken kesitleri sektör şeklinde yaptır (Aynı değerdeki kesit için kablo dış çapı küçülür) BununıP l-eraber bu takdirde kâğıt izolasyonun elektrik! zorlanması artar. Bundan dolayı sektör kesitli kablolar 10 kV,, a kadar yapılırlar. Kuşak kablo halinde ise 20kVa (fazlar arası) kadar çıkabilir. Kuşak kabloların iletken kesiti 1,5 ilâ 400 mm<sup>2</sup> arasında olur. Nakiller bakır veya alüminyumdur.

Şehir tevzi şebekelerinde (220 : 380 Volt alçak gerilim şebekesi) umumiyetle 1 kV kâğıt - kurşun kablolar kullanılır. Üç fazlı kabloların iletken kesiti kaideten sektör şeklinde olur. Sıfır iletkeni de düşük değerde dayi resel kesitte yapılır.

Memleketimizde en çok başvurulan bir nizamname olan Alman VDE nizamnamesine göre kâğıt - kurşun kabloların rumuz ve bunların delâlet ettikleri manaları şöyledir:

NK : Bakır kesitli örgüsüz kurşun zarflı kablo

NAK : Alüminyum kesitli örgüsüz kurşun zarflı kablo

NKA: Kurşun zarflı ve koruma kaplamalı

NKB : Kurşun zarflı, dahili koruma kaplamalı ve şerit tahkimattı

NKBA : Kurşun zarflı, dahili koruma kaplamalı, çelik tahkimattı ve harici koruma kaplamalı kablo (jüt).

20 kV, tan daha yüksek gerilimlerde küçük kablolar imal edilemezler. Bu gerilimden sonra elektriki kuvvet hatları iletkeni çevreleyen izolasyon tabakasını dik kesmeyip aksine eğik keserler. Böylece her noktada elektriki alan birisi dik, diğeri de izolasyon tabakasına teğet olmak üzere iki bileşene ayrılabilir. İzolasyonun teğet' sahaya karşı mukavemeti dik sahaya karşı mukavemetinden çok daha az olduğundan kablo, kâğıt izolasyon tabakası boyunca büyük tehlikeye maruz kalır. Bundan başka kuşaklı kablolarda dolgu maddesi ve iletkenler arasındaki izolasyon da elektriki olarak zorlanır. Böylece kablonun patlama tehlikesi belirir.

Tecrübeden öğrenildiğine göre, kâğıt izolasyon sadece dik sahaya mukavemet edebildiğinden, sahayı mütesaviyen taksim kılmak için her iletken üzerine madenlevha kaplanır ve her nakil üzerine de ayrı ayrı kurşun zarf tertip olunur. Bu tarz, kablo imal tekniğinde büyük ilerleme olup, bu sayede yüksek gerilimli kabloların yapılması mümkün olabilmektedir. Her münferit kab'o korzyona karşı asfaltlı kâğıt şeritlerle kaplanır. Üç zarflı kablolar 60 kV a kadar imal olurlar.

Bir kablonun en önem'li işletme büyüklükleri izolasyon et kalınlığı ile nakil kesitine tekabül eden tesmiye gerilimi ve iletken kesitidir. VDE : 0255 . 1951 § 4 e göre devamlı işletmede, tesmiye geriliminin % 15 kadar fazlası bir gerilimde çalışmak mümkündür.

Kâğıt izolasyonun et kalınlığı azami emniyetli saha şiddetine bağlı olarak hesaplanır. Umumiyet'e azami değerde olan iletken dış sathındaki saha şiddeti nazarı itibare alınır.

VDE nizamnamelerine göre hesaplanan kablolarda nakil de işletme 2 ilâ 5 kV/mm. olarak alınır. Kâğıt izolasyonlu kablolarda, akımsız halde azami sınırlar 16 kV/mm. dir. Emniyet faktörünün 3 ilâ 5 arasında olması gerektir.

Kabloların yükleme dereceleri VDE 0225: 1951 § 12 de tablolar halinde verilmiştir. Yüksek gerilim sınırlandırılmalıdır ki, kablonun hiçbir

yerinde aşağıdaki sıcaklık dereceleri aşılmayın:

1 ilâ 6 kV kablolarda	65 C
10 » 20 » »	55 »
30 » 60 » »	45 »

Tabiatıyla nizamnamelerde muhtelif muhit sıcaklıkları, toprağın ısı iletkenliği vs. hesaba katılmıştır.

Kablo dielektrik sabitinin iyilik derecesinin ölçüsü kayıp faktörüdür. Kayıp faktörü tgδ ile ifade olunur ve ölçülebilir.

Darbe gerilimlerine karşı kablo izolasyonunun mukavemeti 80 uâ 100 kV/mm. dir. Hususiyetle tehlikeye maruz kablolarda, parafudr kullanılmalıdır.

b) Yüksek ve çok yüksek gerilimli kablolar :

Yüksek gerilimli kablo imalatının ilk plânda halledilmesi gereken problemi, dielektrik içinde mümkün olduğu kadar boşluk haşıl olmasına mani olabilmektir. İzolasyonu kalınlaştırmakla saha şiddeti sınırlandırılabilir, fakat ısı iletkenlik katsayısı fenalaştığından kablo fazla yüklenemez ve binnetice gayri iktisadî olur. Bu yüzden izolasyon et kalınlığı mahdut kalmak zorundadır.

Bu sebeple 60 kV, tan yüksek gerilimlerde yağlı ve basınçlı gazlı kablolar tekemmül ettirilmiştir. Kablo dahilinde yağ kanalları yapılır ve boşluklar doldurulur, yeni boşluklar meydana gelmesine karşı tedbir alınır. Yağ ısınınca genişler, bunun için genişleme aksamı tertip olunur. Bu neviden 380 kV a kadar tek iletkenli kablolar yapılmıştır.

Eskiden yapılan kablolardaki basınç alçak basınç olduğu halde bugün 10 at, basınca kadar kablo yapılmıştır. 100 kv, a kadar iki ve üç nskilli yağlı kablolar yapılmıştır (Bunlarda müşterek bir kurşun muhafaza ve uzunluğuna yağ kanalları mevcuttur).

Başka bir çözüm tarzı da tazyikli gazlı kablolar yapılmasıdır. Bunlarda üç adet kurşun zarf mevcuttur. Dışta çelik boru muhafaza vardır. İçersinde 10 - 15 atü tazyikte azot gazı bulunur. Bu gaz sayesinde, sıcaklık oynamalarıyla dielektrik içersinde boşluk husule gelemmez.

Bu iki kablo tipinde dielektriğin iyonlaşma tehlikesi büyük nisbette azalır. Bunlarda yüksüz durumda sınır saha şiddeti 40 kv/mm. dir. İşletme sıcaklıklarında emniyetli patlama gerilimi 35 kV/mm. ye iner. Bu ise, pratik olarak, aynı emniyet için elektriki saha şiddetinin 9 ilâ 12 kV/mm. ye yükselmesi demektir. Şuhalde izolasyon kalınlığı azaltılabilir ve aynı zamanda işletme sıcaklığı 70 C°, a çıkarılabilir, bundan dolayı böyle kablolardan normal kablolara nisbetle % 50 faz-

la yükleme yapılabilir. Böylece bu tip kablolar yüksek gerilimlerde iktisadî olur. Bugün uzak mesafelerde 110 kV. un altında da yağlı kablolar kullanılmaktadır.

c) Kauçuk ve plâstik izoleli kablolar:

Alçak gerilim kabloları kâğıt yerine kauçuk veya plâstik ile izole edilebilir. Kurşun zarf muhafaza olunur. 1 kV kauçuk ve plâstik izoleli kablolar VDE 0265 te izah olunmuştur, örtüsüz kurşun kabloların esas tipleri NGK veya NVK dır. Takat nakil kablosu olarak bunlar büyük bir mâna ifade etmezler. Bugün bu neviden VDE 027 : 1951 e uygun olarak 1 kV. a kadar yapılıp toprak üstünde de kullanılan kurşun örtüsüz kablolar daha çok rutubete dayanıklı kablolar yapılmıştır. Böyle kurşun, örtüsüz kablolar ya lâstik örtülü (NGG) veya plâstik izolasyonlu ve plâstik örtülü (NYY) olarak yapılır.

Plâstik izoleli kablolar şöyle yapılır: Evvelâ plâstik izoleli iletkenler aralarında sarılır, üzerine dolgu maddesi örtülür, en üstüne de suya ve sürtünmeye karşı mukavim bir plâstik örtü yapılır. Plâstik örtü deyince hemen hemen polivinylklorid (PVC) maddesi anlaşılır. Nakü üzerindeki izolasyon maddesi elektrik!, örtü ise mekanik tesirlere mukavimdir.

Plâstik izoleli kabloların yüklenme değerleri VDE 0271, de verilmiştir. Plâstik kabloların kurşun örtülü kablolar nazaran bazı üstünlükleri mevcuttur. Zira bunlar hafiftir. Dış yüzeyleri temiz ve parlaktır ve kolayca fersedilirler. Aynı zamanda bükülme radyanı kâğıt - kurşun kablolarından mümkün olduğu kadar küçüktür, plâstik kablolar zor yanabilir. Kimyasal tesirlere karşı da mukavimdir. Dış örtünün zedelenmesi halinde kablo gene işletme kabiliyetini haizdir Zira iletken izolasyonu da rutubete dayanıklıdır.

Küçük ve orta büyüklükteki kesitlerde plâstik kablolar kâğıt - kurşun kablolarından daha ucuzdur Fenalık' arı ise, plâstik örtünün harici hava tesirlerine karşı mukavemetlerini anlamak için henüz kâfi zamanın geçmemesidir. PVC izplasyonu küçük sıcaklık oynamalarında iyi netice verir. Nihayet kalın kablolar da örtü üzerinde gerilme çatlakları husule gelir.

İhtiyaç halinde plâstik izo'eli kablolar tahkim olunurlar, yani NKBA kablolar gibi kullanılırlar. Böylece NYYBA tipi kablo meydana getirilmiş olunur

VDE 0271: 1955 sadece 1 kV, a kadar kablolar için caridir. PVC izoleli kablolar 20 kV, a kadar yapılabilir Böyle kablolar pratikte tecrübe edilmiştir. Fakat 10 kV, tan fazlası

için yapılmazlar. Zira dielektrik kayıplar çok yüksek olur.

Nitekim PVC maddesinin kayıp faktörü 0,05 mertebesindedir. Halbuki emprenye edilmiş kâğıtta bu değer tg8 0.0005 dir. Plâstik kablo azamî 2,5 ilâ 3,5 kV/mm. saha şiddetine mukavimdir. PVC maddesinin dielektrik sabitesi 3,5 ilâ 5 dir.

Emniyet mülâhazalarıyla madeni zarfı mevcut olmıyan yüksek gerilim kablolarında maksada uygun topraklı bir madeni zırh bulundurulur. 20 kV, tan yüksek gerilimler için de plâstik izoleli kablolar yapılmak istenirse, kayıp faktörü çok düşük olan polietilen maddesi kullanılır. Bu izolasyon maddesi için en önemli mesele homojen ve hava boşluksuz olarak yapılabilmesidir. Kalın izolasyonlar birkaç kat halinde yapılmalıdır.

Şimdi de kısaca enerji nakil kablolarının kullanılmasında gözönünde tutulması gereken hususlardan bahsedelim. Enerji nakil kablolarının seçilmesi ve ölçü'endirilmesi için birçok hususların bilinmesi gerekir. Bunların en önemlileri tesmiye gerilimi, tesmiye akımı ve emniyetli gerilim düşümüdür Bunlardan başka kabloların kısa devre akımlarına karşı mukavemetleri de kontrol edilmelidir. Kısa devre akımlarının mertebesi azamî emniyetli sühunetle sınırlanır. Ayrıca kısa devre akımlarının mekanik tesirleri de bazı aksam üzerinde kontrol edilmelidir. Kısa devrede azamî sınır sıcaklığı 150 ilâ 160 C° ı geçmemelidir.

Devamlı işletmede ehemmiyetlerine binaen kablo kayıplarının da açıklanması lüzumludur. İletken kayıpları omik kayıplardır. Modern yüksek tevettür kablolarında dielektrik kayıpları retken kayıplarının % 1, i civarındadır. Kurşun zarfda fuko akımlarının tesiriyle kayıplar meydana gelir. Bunların mertebesi, hat kayıplarının % 0,1, i ilâ 0,4 ü kadardır Ayrıca tahkimat malzemesinde de histerezis ve fuko kayıpları meydana gelir. Bunlar tam manasıyla hesaplanamaz. Tahkimat kayıplarının üç fazlı kab'olarda herhangi bir manası mevcut değildir.

#### ELEKTROLİTİK BAKIR FABRİKASI ŞUBATTA TAMAMLANIYOR

Sanayi ve Kalkınma Bankasının ortaklığı ile İstanbul'da Kâğıthane'de yapılmakta olan Elektrolitik Bakır Fabrikası 1959 Şubat ayı nihayetinde tamamlanacaktır.

4000 ton kapasiteli olan bu fabrikanın inşaatı ve kuv (elektroliz kabı) leri tamamlanmış, sadece makine'erin yerlerine monte edilmesi işi kalmıştır.

(Cumhuriyet)