

Transformatörlerde Kullanılan Yanmaz Sıvı Yalıtkanlar

Süreyya SÖNMEZ

ESAS

ÖZET

Aşağıdaki yazıda clophen, pyralene, askarel veya piranol diye adlandırılan yapay, sıvı yalıtkanların özellikleri anlatılmaktadır.

SUMMARY

Synthetic liquid insulators such as clophen pyralene and askarel are introduced and their properties are given.

1. GENEL

Klofen (Clophen), piralen (pyralène), askarel veya piranol diye adlandırılan ve özellikle yangın olasılığı olan yerlerde tesis edilen elektrik cihazlarında, yalıtkan ve soğutucu olarak kullanılan bu yapay yalıtkanlar, çoğu zaman petrol ürünü olan transformatör yağının yerine kullanılmaktadır.

Esası, klorinlenmiş aromatik hidrokarbondur (chlorinated aromatic hydrocarbon-les diphényles chlorés). 1930 lardanberi yanmaz, yalıtkan, sıvı madde olarak transformatör, kondansatör, redresör v.b. elektrik cihazlarında kullanılmaktadır. Ayrıca reçine ve plastiklerin astarlan masında, bazı ölçü aletlerinde ve bazen de ısı transfer ortamı olarak kullanılmaktadır.

Değişik ülkelerde aynı bazlı olan bu malzeme-ye farklı adlar verilmiştir. Almanya'da klofen, Fransa'da piralen, Amerika'da ise askarel veya piranol olarak adlandırılmaktadır.

Çeşitli firmaların imal ettiği bu yanmaz yapay yalıtkan sıvılar, hemen hemen aynı özellikleri taşımakta, yanmaz oluşu, mineral yağ kadar yalıtkan dayanım göstermesi, madensel yağdan daha uzun ömürlü oluşu, bakım istemeyişi nedeniyle; özellikle rafineri tesislerinde, kimya tesislerinde, yanıcı, yakıcı ortamlarla ilişkili tesislerde inşa edilen elektrik cihazlarında kullanılmaktadır.

2. FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Genel özellikleri :

- Yanmaz, renksiz, akışkan bir sıvıdır,
- Uzun ömürlüdür (oksidlenmez),
- Oldukça iyi bir yalıtandır.

Soğuma sırasında kristalize olmaz, madensel yağlar gibi -40 ilâ -50° C arasında donma noktasına sahiptir. Bu sıcaklığın altında malzeme

akışkanlığını kaybeder, reçineye benzer cam gibi yarı katı hale dönüşür.

Özgül ağırlığı, oda sıcaklığında 1,40-1,55 gr/cm³ dür. Bu özellik madensel yağlar ile karşılaştırma yönünden, ilginçtir. Oda sıcaklığındaki madensel transformatör yağının özgül ağırlığının 0,9 gr/cm³ olduğu düşünülürse; birincide transformatör kazanına nüfuz edecek su, yalıtkan sıvının üstünde kalmasına karşın, transformatör yağı ile dolu kazanda dibe çökecektir. Bu suretle suyun yalıtkan dayanım yönünden kötü etkisi, madensel yağlarda daha tehlikeli olmaktadır.

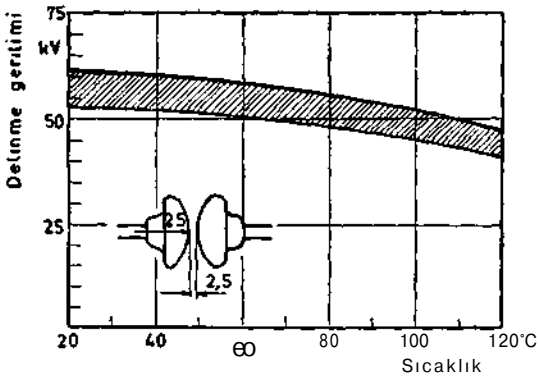
Birim hacminin ısı kapasitesi madensel yağınki ile aynı olmasına rağmen, öz ısı kat sayısı, daha yüksek olan özgül ağırlığından dolayı oransal olarak küçüktür.

özgül ağırlığın artan sıcaklıkla değişim oranı, madensel yağa göre daha fazladır.

örneğin :

	$\frac{d}{20^{\circ}\text{C}}$ gr/cm ³	$\frac{d}{100^{\circ}\text{C}}$ gr/cm ³	Fark
Klofen	1,56	1,47	0,09
Madensel yağ	0,87	0,83	0,04

Bilindiği üzere transformatörün doğal yağ dolaşımı ile soğuması, farklı ısıya sahip kesimlerdeki özgül ağırlıkların farklılaşmasından meydana gelen sirkülasyonla oluşur. Bu sirkülasyonun hızı yükseklikle ve ısı karşısında yoğunlukların göstereceği değişimle orantılıdır. Şekil 2 de sıcaklıkla yoğunluğun değişimi görülmektedir.

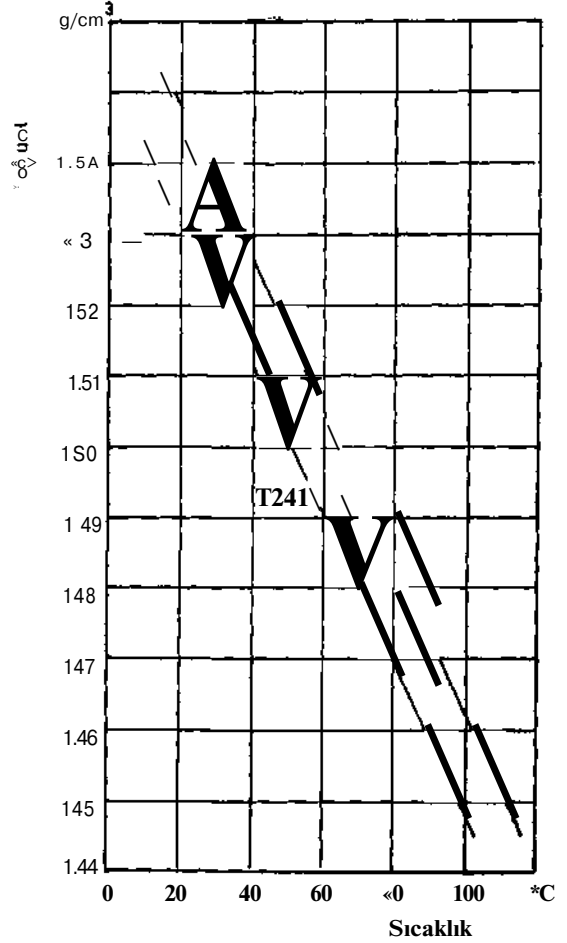


Şekil 1. Sıcaklık - delinme gerilimi (Bay er'in klofen T 241 ve T 64 için verdiği grafik).

Akışkanlığı, 37,8 °C ta 41-45 saybold seconds

veya 37,8°Cta,5- 2 Engler

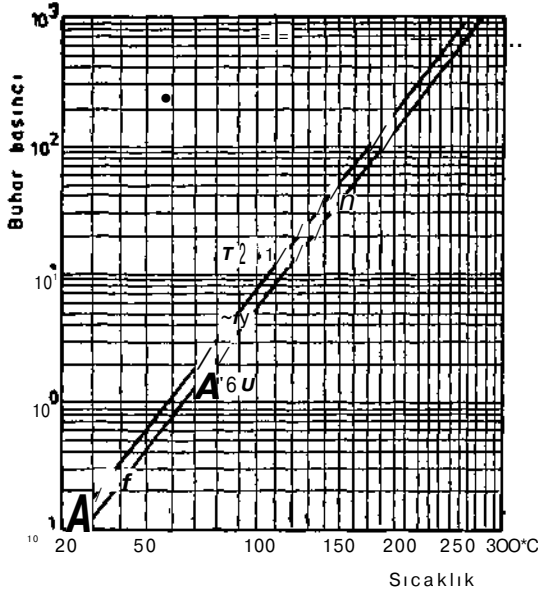
yahut 37,8°Cta 7-14 cSt. dir.



Şekil 2. Sıcaklık - yoğunluk (Bayer'in klofen T 64 ve T 241 için verdiği grafik).

Şekil 4 te akışkanlığın sıcaklıkla değişim eğrisi verilmiştir.

Termik iletkenliği, madensel yağınkine göre daha azdır. Fakat, ısının serbestçe hareket ederek konveksiyon yolu ile dışarı atılması, buna karşın yüksek sıcaklıklarda, özelliğinden birşey kaybetmemesi ve alev alma noktasına kadar sıcaklıklarda yanmayı körüklemeyip tersine yangın söndürücü oluşu, madensel yağa göre en büyük üstünlüğünü gösterir. (Şekil 3 de sıcaklık buharlaşma basıncı eğrisi görülmektedir).



Şekil 3a. Sıcaklık - buharlaşma basıncı (Bayer'ın klofen T 64 ve T 241 için verdiği grafik).

3. KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Klofen, birçok organik madde için çözücüdür. Bu bakımdan, elektrik cihazlarında katı yalıtkan maddelerin seçimi önemlidir.

Stabil ve çok az nem kapıcıdır. Az higroskopik cisim olup su tutuculuğu milyonda 30 bölüme kadardır. Metaller üzerine etkisi yoktur, reaksiyona girmez (mükemmel nötr).

Madensel yağların, bakır sargı malzemeleri ve çıplak bakır uçlar üzerine olan katalitik etkisi düşünülürse, bunun önemi daha iyi anlaşılır.

4. FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Uygulamada vücut derisi üzerine sürülünce yanma ve kasnıma etkisi yapar. Biraz rahatsız edici bir kokusu olduğundan koku alma organını etkiler.

Korunmak için deri üzerine gliserin sürülmelidir. Bu özelliklerinden ötürü otoklavı 50-60 °C a kadar soğutup ondan sonra açmak gerekir. Buranın dışarıya doğru adamakıllı havalandırılması gereklidir.

5. ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ

Alternatif akımda yalıtkan kayıpları sıcaklık ve frekansla değişmektedir.

Şekil 1 de sıcaklığa göre delinme geriliminin değişimi verilmiştir.

Şekil 5 de ise gene sıcaklık kayıp faktörü ve permittivitenin değişimi gösterilmiştir (tgg. e) Şekil 6 da kayıp faktörü ve permittivitenin frekansa bağlı olarak değişimi görülmektedir.

Bu eğrilerin incelenmesinden de görüleceği gibi yapay yalıtkan sıvıların yalıtkanlık rijiditesi normal olarak yüksektir. Yalıtkan kayıpları azdır.

6. SANAYİDE UYGULAMA

6.1. Uygulamada özellikler

Yanmaz yapay yalıtkanlar sanayide en çok transformatör, kondansatör, kablo yapımında olmak üzere; redresörlerde, ölçü transformatörlerinde, gerilim regülatörlerinde, indüksiyon bobinlerinde, reostalarda da kullanılmaktadır.

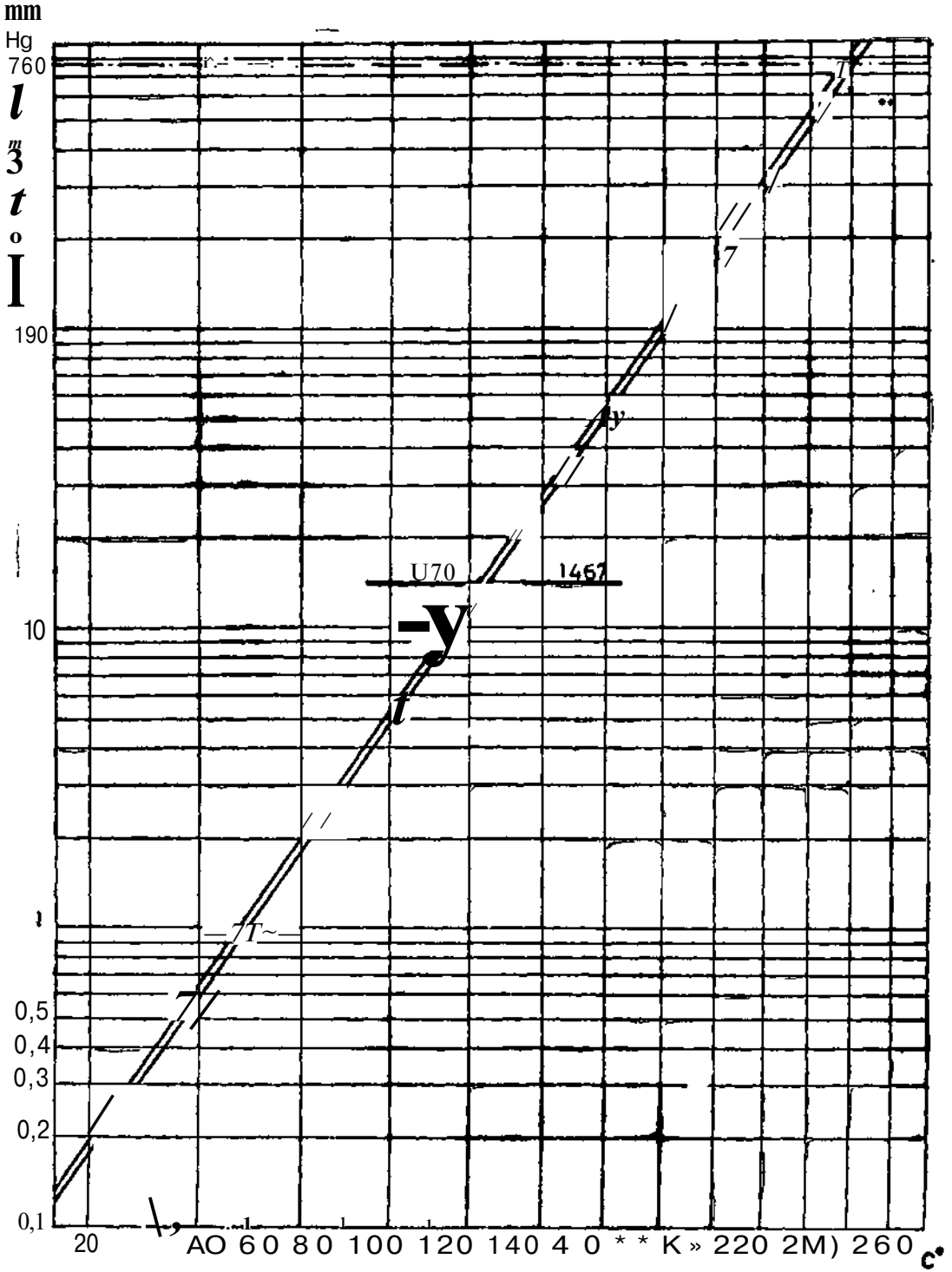
Özellikle yüksek gerilimli transformatör yapımında kullanılırken, transformatör vakum altında ön kurutma işlemlerine tabi tutulur. Kurutma, yağlı transformatörlerde olduğu gibi özenle yapılmalıdır.

Transformatör içinde devre ağaçları veya sıkıştırma takozları kullanılacak ise, bunların reçinesiz cinsten yani kızıl gürgen soyundan olmalarına dikkat edilmelidir.

Uygun şekilde tasarlanmış transformatörler bu yapay yalıtkan sıvıların usulüne uygun şekilde dolduruldukları takdirde, yalıtkan ömürleri hemen hemen sonsuzdur. Bu tip transformatörlerden 25 yıl hiç el değmemiş olanlara rastlamak olasıdır.

Başlangıçta yağ ile doldurulmuş bir transformatörün, daha sonra klofenle doldurulması uygun değildir. Bunun birinci sakıncası, başlangıçta trafo yağına göre yapılan trafo içersinde bu tür yapay yalıtkanlarda çözülebilecek katı yalıtkan malzemelerin kullanılmış olabileceğidir. İkinci engel ise, yapay sıvıların trafo yağı ile karıştığında özelliğini kaybetmesi ve yalıtkan dayanımının zayıflamasıdır. Bu şekilde trafo yağı ile buluşmuş etkin bölümler yapay yalıtkan sıvılara daldırılmamalıdır.

Bu şekilde yapay sıvı yalıtkanlarla doldurulmuş transformatörler de yağlı trafolar gibi buchholz röleleriyle donatılabilirler. Burada sıvı ortamın yanarak gaz oluşturması söz konusu olmamakla birlikte, katı yalıtkanın yanması söz konusudur. Ayrıca kısa devre durumlarında ortamın hareketi ve akışı ile, belli sıcaklıktan sonra gaz ayrışımı oluşur. Bu suretle çalışan röle, gerekli kumandaları verir. Ayrıca toplanan gazın analizinden kısa devrenin veya atlanmanın, soğutucu ortamda mı, yoksa katı yalıtkan üzerinden mi olduğu anlaşılabilir.



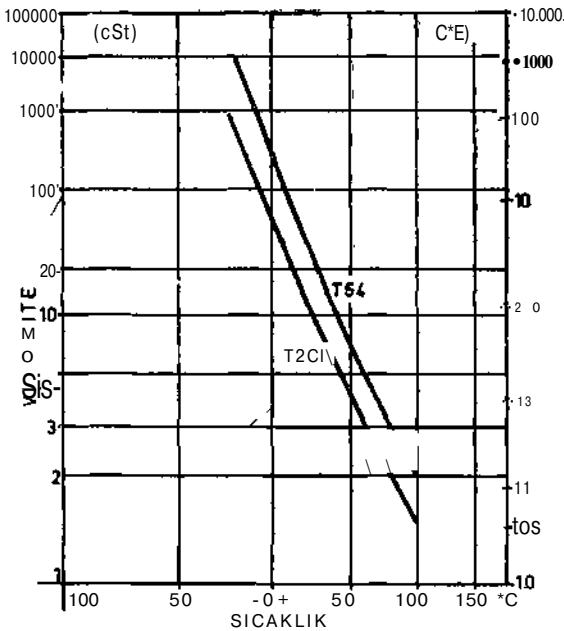
Şekil 3b. Sıcaklık - buharlaşma basıncı (PRODELEC'in plralen için verdiği grafik).

62. Tasfiye

Transformatör içinde meydana gelecek kısa devre veya atlamalardan sonra oluşan ayrışım ile soğutucu, yalıtkan ortam yalıtım özelliklerini kısmen kaybedebilir, zayıflayabilir. Bu durumda ortamı oluşturan yapay yalıtkan sıvı, kille muameleye tabi tutulur. Bu şekilde tasfiye edilmiş malzeme başlangıçtaki değerlere erişebilir.

6.3. Ekonomik düşünceler

Salt soğutucu yalıtkan ortam açısından bakılınca doğal mineral yağ, yapay yanmaz yalıtkan sıvılara göre % 30 kadar daha ucuzdur.



Şekil 4a. Sıcaklık - viskozite (Bay er'in klofen T 64 ve T 241 için verdiği grafik).

Ancak, yanma tehlikesi gözönünde bulundurularak yağlı transformatörlerin inşaat ve tesisat masrafları göz önüne alınırsa, ekonomik durumun bazen yağlı transformatörler aleyhine olduğu görülmektedir. Şöyle ki :

1. Yağlı trafoların hücrelerinde hatta açık hava salt tesislerinde bile, beton perdeler inşa edilmekte, yağların akması halinde toplama kanalları ve rögarları inşa ve tesisi zorunlu görülebilmektedir.
2. Yağlı transformatör postalarında yangına karşı korunma tesisatı ve düzeneği yapılmak suretiyle inşaat masrafları artmaktadır.

3. Kalabalık, yangın tehlikesi olabilecek yerlere yağlı transformatörlerle teçhiz edilmiş merkezler kurulamayacağından, uzakça yerlere transformatör merkezleri tesis edilip, enerji, alçak gerilim hatları ile tüketim yerlerine (iş yerlerine) sevk edilmektedir. Oysa yangın tehlikesi söz konusu olmadığından yapay yalıtkan sıvılarla /doldurulmuş transformatör merkezleri iş yerlerinin içine, tam tüketim merkezine tesis edilebilir. Yalnızca, alçak gerilim dağıtım kablolarından yapılacak tasarruf bile, % 30 fiat farkından daha kârlı olabilir.

6.4. Uygulamada dikkat edilecek hususlar

İşlem sırasında, «fizyolojik özellikler» bölümünde belirtilen koruma tedbirleri alındığı gibi, tasarımlama ve yapım sırasında da dikkatli davranmak gerekir.

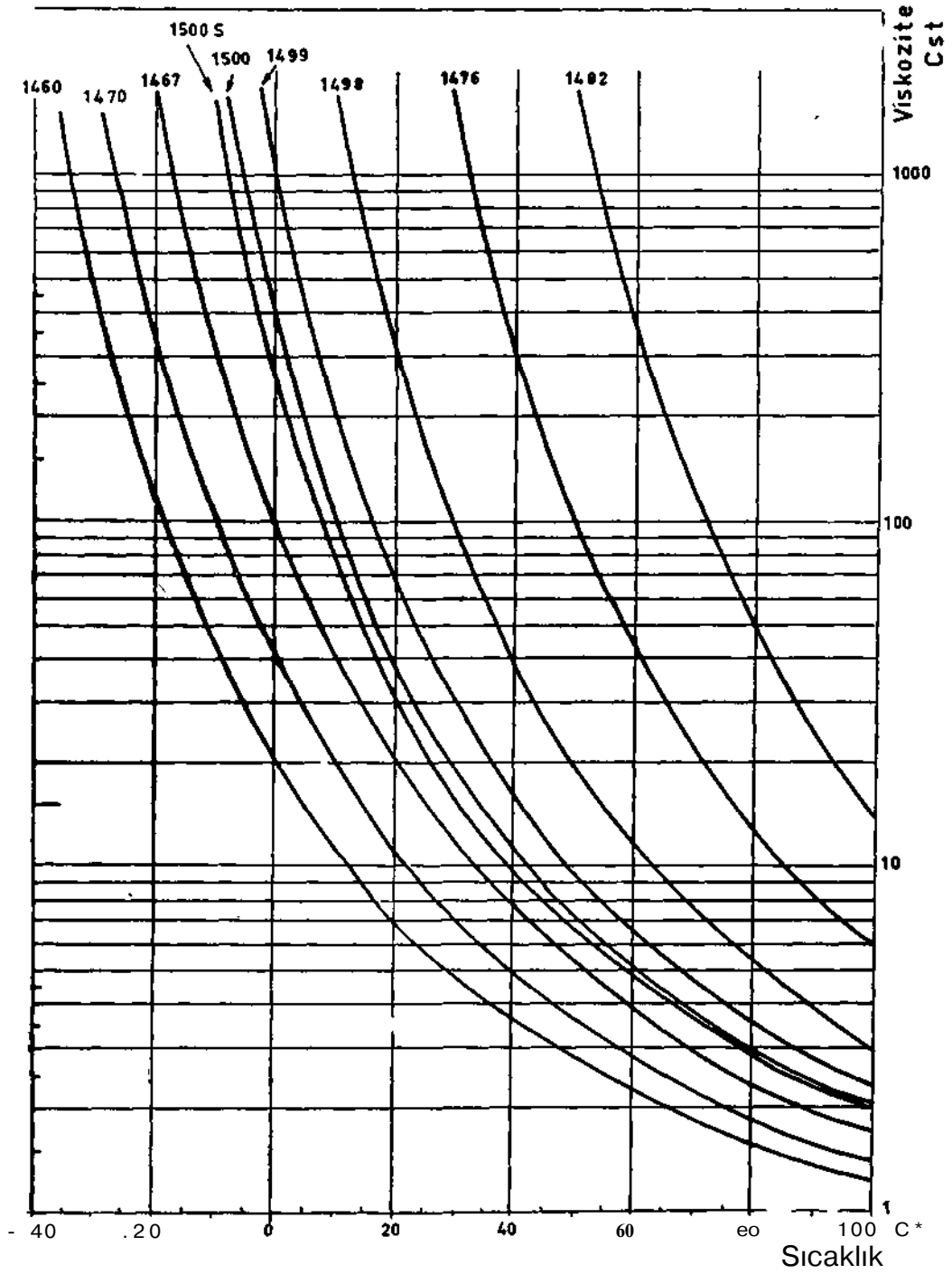
Buna göre bu tür yapay sıvı yalıtkanlarda kullanılacak ve kullanılmıyacak malzemeler liste halinde verilmiştir (s. 585).

Cetvelin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, yağlı transformatörlerde serbestçe kullanılabilen doğal kauçuk (lastik), neopren conta malzemeleri, polivinylacetate, shellac gibi yapışkanlar, polivinylacetal, yağlı vernik gibi tel yalıtkan malzemeler, skoç bantlar bu tür yapay sıvı yalıtkanlarda kullanılamaz. Bunlar yerine conta malzemesi olarak silikonlu kauçuklar, klingerit kullanılmalı, yapıştırıcı olarak, selüloz yapılı ve polyurethan, polivinylalkol, glyptol gibi yapıştırıcılar kullanılmalıdır. İletkenler kaplanmış, veya pamuk örgülü olmalı veya çıplak şerit levha şeklinde sarılıp, katlar arasında elektriksel kraft kâğıdı yerleştirilmelidir.

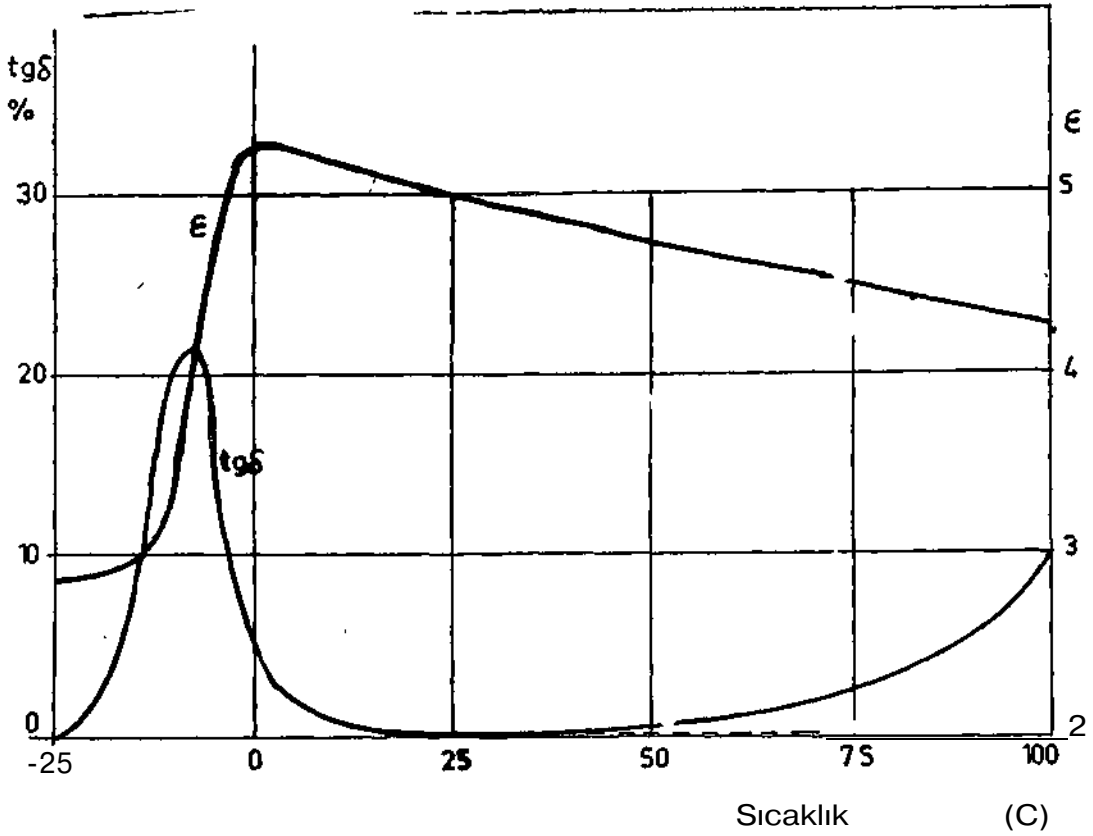
Ayrıca bu tür sıvı yalıtkanlarla doldurulacak transformatör kazanlarının içi ve iç kısmındaki bütün boyanan madensel aksam boyanmalıdır.

Taşıma sırasında transformatörler dolu olarak sevk edilemiyorsa azot gazı ile doldurulup sevk edilmelidir.

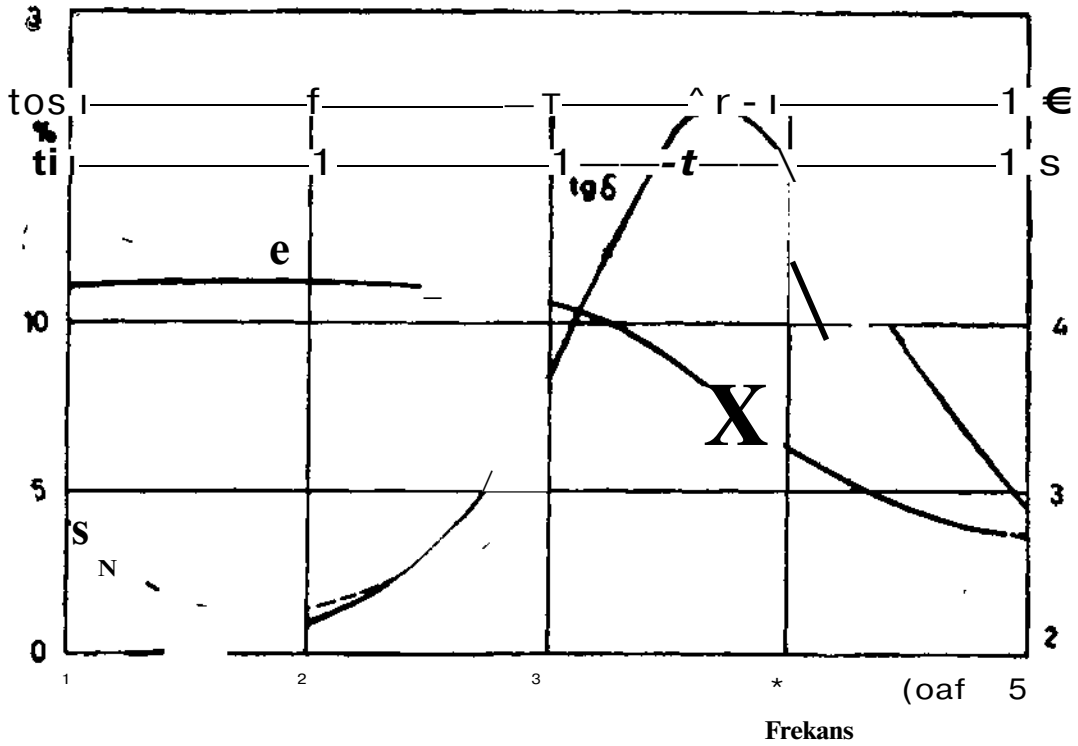
Transformatör yapımında kullanılan askarel (piranol) için şu ortalama özgül değerler salık verilmektedir (s. 585) :



Şekil 4b. Sıcaklık - viskozite (PRODELEC'in piralenln çeşitli tipleri için verdiği grafik).



Şekil 5. Sıcaklık - permittivite - kayıp faktörü (PRODELEC'in piralen için verdiği eğriler).



Şekil 6. Frekans - permittivite - kayıp faktörü (PRODELEC'in piralen için verdiği frekansa göre değişim eğrileri).

malzeme cinsi	korkusuz kullanılabilir	ancak bir testten sonra kullanılabilir	kullanılmaz
madenler cam, seramik selüloz yapılı malzemeler	bütün cinsleri bütün cinsleri kraft kağıdı, pamuk	press-board	
ağaç	kızıl gürgen. kayın (Akçaağaç)		Yumuşak ve reçineli ağaçlar.
thermosetting plastikler lamine kâğıt		cresol-phenol- melamine, formaldehyde resin, epoxy resin	
termoplastikler	polyamide, non-plasticized. cellulose triesters.		PVC Polymethacrylate Polycarbonate
conta malzemeleri	silicon lastik, viton, teflon, kösele	mantar nitrile lastik vulkollan	doğal kauçuk PVC polychloroprene
yapışkanlar	selüloz polyurethane. polyvinylalcohol.		PVC polychloroprene polyvinyl asetat shellac
emaye tel	polyurethane. polytereph- thalate,		yağlı vernik polyvinyl acetal
imrenye verniği	polyurethane		yağlı vernik

ÖZGÜL DEĞERLER		Distilasyon düzeyi (C)	:
Yalıtkan dayanım 25 <:°ta (kV) 35 min.	:	210-415	:
Yalıtkan direnç (hacimsel direnç) resistivity X/CP, ohm-cm, 100°C. 25-1000.	:	Serbest chloride (PPM) 0,1 max.	:
Alevlenme noktası	:	Şu muhtevası (PPM) 30 max.	:
Yok	:	Kırılma indeksi 25°C	:
Toplam asit miktarı (mg/KOH/g) 0,014 max.	:	1,6075 — 1,6085	:
Özgül ağırlık (gr/cm ³) 15,5 C ta 1,56—1,571	:	Akışkanlık 37,8°C 1[saybolts seconds)	:
100 C ta 1,46—1,45	:	41—45	:
Renk (APHA) 150 max.	:	Donma noktası °C	:
	:	—44	:
	:	Kabul testi için:	:
	:	Yalıtkan dayanma (STM)	:
	:	30 kV min.	:
	:	Renk (APHA)	:
	:	150 max.	:

KAYNAKLAR

1. Clophen in Transformers (Bayer)
2. Dielectrique Pyralène (Prodelec)

3. KUHLMAN KURRENTS
4. ASTM (18 — 20)