IR. E. VAN VIANEN

Electrische Isoleerstoffen en hare toepassing in de Electro-techniek

Lemb. Kebudajaan. Ind.
Kon. Bat. Gen.
V-134.

Co., Batavia-Centrum

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

V-134.

IR. E. VAN VIANEN

Electrische Isoleerstoffen en hare toepassing in de Electro-techniek

PERPUSTAKAAN NASIONAL RI.

G. Kolff & Co., Batavia-Centrum

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN ... AL R.I.
Tanggal : 28-6-2016
Nomor Induk : 234/Pa-Museum/16
BIB - ID : 7128060
ITEM - ID : 21210335O
Asal : Museum Pusat

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

INHOUD.

			Blz.
A.	1.	Inleiding	1
	2.	Gummivrije en gummi-bevattende isoleerstoffen	4
B.		Isoleerstoffen	7
	1.	Ambroïn	7
	2.	Asbest	7
	3.	Bakeliet	8
	4.	Caoutchouc (gummi)	9
	5.	Cellon en Cellonlak	10
	6.	Chatterton Compound	11
	7.	Eboniet of hardgummi	11
	8.	Email; emailledraad	13
	9.	Fiber	14
	10.	Gedrenkte stoffen	14
	11.	Glas	15
	12.	Gummi- en Isolatie-band	17
	13.	Getah pertsja (Gutta percha)	18
	14.	Hars; Pek; Asphalt	19
	15.	Hout	19
	16.	Katoen	21
	17.	Kwarts	22
	18.	Lak	22
	19.	Leatheroïd	24
	20.	Marmer	25
	21.	Mica	26
	22.	Micaniet	27
	23.	Olie	29
	24.	Papier	33
	25.	Paraffine	34
	26.	Pertinax	34
	27.	Porcelein	35
	28.	Presspaan	37
	29.	Schellak	38
	30.	Zijde	38

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

VOORWOORD.

„Aan de 3 technische scholen Batavia, Bandoeng Soerabaia, wordt de behoefte gevoeld, om bij het vak „Technologie en Materialenkennis" voor de 3e klasse electrotechnische afdeeling, meer dan tot nu toe het geval was, de speciaal voor deze afdeeling van belang zijnde isolatiestoffen enz. te behandelen.

Om aan die behoefte te voldoen is dit dictaat samengesteld.

Het is de bedoeling om de thans voorgeschreven leerstof zoo beknopt mogelijk te behandelen en de aldus uit te sparen tijd te besteden aan de behandeling van dit dictaat.

Bij de samenstelling heb ik ten volle rekening gehouden met de opmerkingen van de Heeren Ir. GRANDJEAN, Dir. T. S. Bandoeng en Ir. BONG SOE HIAN, leeraar K. W. S., die zoo welwillend waren het scheikundig gedeelte te corrigeeren.

Ik wil niet nalaten hen daarvoor mijn specialen dank te betuigen.

Ook mijn collega's te Soerabaia, Ir. Dr. VAN AALST en Ir. LI, alsmede den Heer BOSSCHER leeraar K. W. S., dank ik voor de door hen gemaakte opmerkingen.

Moge dit dictaat als leidraad bij het onderwijs in de voor de a.s. electrotechnici zoo belangrijke materialen zijne diensten bewijzen".

De schrijver.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Electrische Isoleerstoffen
en
hare toepassing.

A. 1. *Inleiding.*

Van de isoleerende eigenschappen der in het ondervolgende te bespreken materialen wordt in de electrotechniek gebruik gemaakt:

1e. om te voorkomen, dat de electrische stroom een anderen weg kiest, dan wij wenschen;

2e. om te voorkomen, dat de electrische spanning op ongewenschte wijze zich tracht te vereffenen.

Uit deze omschrijving blijkt reeds, dat men onderscheid dient te maken tusschen het isoleeren voor electrischen stroom en het isoleeren voor electrische spanning.

De electrische isoleerstoffen zijn te onderscheiden in: *vaste, vloeibare* en *gasvormige.*

Van de gasvormige komt in hoofdzaak *droge lucht* in aanmerking, welke als basis geldt voor het isoleerend vermogen.

Van de vloeibare zijn de *oliën,* meer speciaal de *minerale oliën,* de belangrijkste.

Bij de vaste isoleerstoffen spelen zoowel de *electrische,* de *mechanische,* de *physische* (ongevoeligheid voor temperatuur en vocht) als de *chemische* eigenschappen (onaantastbaarheid voor zuren, zouten, basen) een rol.

In het algemeen zijn isolatoren stoffen met een zeer hoogen soortelijken weerstand of een uiterst klein soortelijk geleidingsvermogen. Isolatoren zijn dus uiterst slechte geleiders, meestal niet-geleiders genoemd.

Echter moet hierbij dadelijk worden opgemerkt, dat de wet van Ohm op deze slechte geleiders niet van toepassing is.

De isoleerende eigenschappen hangen in hooge mate af van verschillende andere factoren.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Om een paar voorbeelden te noemen:

Rubber, en vooral hardrubber of eboniet is gevoelig voor *licht*. Blootgesteld aan het directe zonlicht gaat het in isoleerend vermogen zeer snel achteruit.

Glas is zeer gevoelig voor *temperatuursverschillen*.

Bij vloeistoffen en gassen doen zich nog andere factoren gelden. Zoo speelt bij de vloeistoffen de *electrolyse* een groote rol, terwijl bij gassen de kwestie der *ionisatie* van invloed is.

Bij het isoleeren tegen hooge spanningen komen de bij dergelijke spanningen karakteristieke verschijnselen naar voren.

De typische ontladingen (donkere ontlading, corona en pluimontlading) doen het isoleerend vermogen der gebruikte materialen te niet. De vorming van ozon (O_3) bij pluim-ontladingen werkt in hooge mate verstorend op isolatoren van organischen oorsprong (rubber, olie).

Een isolator, die onder normale omstandigheden practisch geen stroom doorlaat, wordt bij opvoering der spanning plotseling „doorgeslagen".

De spanning, waarbij dit geschiedt, heet *doorslagspanning*.

De kennis van deze spanningsgrens, de *doorslagvastheid* is voor de beoordeeling van isolatie-materiaal, dat in aanmerking komt om tegen hooge spanningen te isoleeren, van groot belang.

De isoleerende materialen voor een hoogspanningsinstallatie moeten daarom aan andere voorwaarden voldoen dan die voor een laagspanningsinstallatie.

Volgens de „Veiligheidsvoorschriften voor electrische sterkstroominstallaties" zijn:

Installaties voor lage spanning die, bij welke in normale omstandigheden de middelbare spanning tusschen eene leiding en de aarde ter plaatse van het verbruik 300 Volt niet te boven kan gaan.

Bij accumulatoren-batterijen wordt de ontlaadspanning als de spanning in normale omstandigheden beschouwd.

Alle overige zijn installaties voor hooge spanning.

In de hoogspanningstechniek gebruikt men bijna uitsluitend kunstmatige, speciaal vervaardigde isoleerstoffen.

Onder *doorslagvastheid*, of electrische vastheid eener isoleerstof wordt verstaan de grootte der spanning, waarbij een laag van 1 cm. dikte wordt doorgeslagen.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Bij de in den aanvang gemaakte onderscheiding komt dus bij het isoleeren voor electrische stroomen in hoofdzaak het *isolatievermogen* van de isolatiestof in aanmerking, terwijl bij het isoleeren voor electrische spanningen de *doorslagvastheid* de voornaamste factor is. Beide begrippen hebben niets met elkaar gemeen.

Omtrent de doorslagvastheid is nog het volgende op te merken. Proeven hebben geleerd, dat de spanning, waarbij de isolatiestof doorslaat, niet onbelangrijk afhangt van den *vorm der electroden*, waartusschen het spanningsverschil heerscht.

Eveneens hebben deze aangetoond, dat de doorslagvastheid *niet recht evenredig met de dikte* van de isoleerende laag toeneemt; is de dikte 2 maal zoo groot, dan is de doorslagvastheid niet twee maal zoo groot doch minder.

Ook is de doorslagvastheid afhankelijk van de *temperatuur* en van *den tijd*, gedurende welke de spanning werkt; de doorslagvastheid daalt n.l. met den duur der spanningstoestand, en stelt zich na ongeveer 3 minuten op een contante waarde in.

De doorslagvastheid van vernislinnen bedraagt b.v. bij een dikte van 0,75 mm. direct na het inschakelen 14000 Volt, d.w.z. bij een spanning van 14000 Volt slaat de isolatie onmiddellijk door.

Is de spanning 7500 Volt, dan slaat het linnen eerst na eenigen tijd door. De doorslagvastheid is dan lager. Men schrijft dit toe aan de verwarming van het linnen.

Bij *vloeistoffen* is de doorslagvastheid behalve van den tijd en de temperatuur, ook nog van den druk afhankelijk.

Een belangrijke factor is de *diëlectrische constante*.

De diëlectrische constante is de verhouding van de capaciteit van een condensator, waarvan de bekleedsels gescheiden zijn door de te onderzoeken isoleerstof, tot de capaciteit van een gelijken condensator met het luchtledige tusschen de bekleedsels. De diëlectrische constante is dus een onbenoemd getal.

Met de doorslagvastheid van lucht als eenheid (voor lucht tusschen 2 vlakke metaalplaten op 1 cm. afstand onder normalen druk en temperatuur) verkrijgt men de volgende diëlectrische constanten:

lucht	1
porcelein	4,4 — 6,8
micaniet	5,–

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

pertinax	4,5
glas	6 tot 10
eboniet	2,3
lak	4,25
schellak	3,5
petroleum	2,–
terpentijn	2,25
paraffine	2,–

De doorslagvastheid van lucht, tusschen 2 vlakke platen op 1 cm. afstand bedraagt ongeveer 30 kilo-Volt.

Bij eenigszins hooge spanningen heeft electrische ontlading in *gassen* plaats. Het gas is voor hooge spanningen geen isolator. Toch is een luchtisolatie onder gunstige omstandigheden nog geschikt voor spanningen tot 5 à 6000 Volt.

Bij de lijn-isolatoren van hoogspanningstransmissie-leidingen plaatst men de draden veelal op eenige meters afstand van elkaar.

2. *Gummivrije en gummibevattende isoleerstoffen.*

Waar de isoleerstoffen in hoofdzaak gerangschikt kunnen worden in 2 groepen, n.l. *de gummivrije en gummibevattende isoleerstoffen* zullen we eerst in het kort deze twee hoofdsoorten behandelen.

De twee deelen van de isoleerstof zijn *de vulstof* (isolatie) en *het bindmiddel.*

Als vulstof wordt gebruikt:

gummi, mica, asbest, houtmeel, cellulose, marmermeel en minerale vulstoffen (zwaarspaat, talk, enz.). Deze materialen dienen om het voorwerp bestand te doen zijn tegen verwarming; zij verminderen de brosheid en geven het een bepaalde doorslagvastheid.

Als bindmiddel worden gebruikt de kunstharsen, natuurhars, oliën, pek, asfalt; van de speciale eigenschappen van deze bindmiddelen hangen in de eerste plaats het isolatievermogen en de bestendigheid tegen verwarming af. Als kleurstof voor de bindmiddelen, welke geen pek (zwart) bevatten, worden roet en anilinezwart gebruikt.

Voor verschillende isolatiestoffen wordt de eisch gesteld, dat de voorwerpen uit deze stoffen vervaardigd, *onbrandbaar* moeten

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

zijn. De b.g. Veiligheidsvoorschriften verstaan (par. 2) onder *onbrandbare voorwerpen* die voorwerpen, die niet kunnen vlamvatten of, na aan een vlam blootgesteld geweest te zijn, niet vanzelf verder branden.

Volgens par. 10 a „moeten stroomvoerende deelen van electrische toestellen op onbrandbaar, niet-hygroscopisch materiaal zijn gemonteerd en brandvrij zijn opgesteld". Par 10 e zegt: „Handvatten, die aangeraakt kunnen worden, moeten, voor zoover zij niet in contact staan met de aarde, uit niet-geleidend materiaal bestaan of met een duurzaam isoleerende laag bekleed zijn".

De gummivrije uit lagen bestaande isoleerstoffen.

Hiertoe behooren in de eerste plaats de groep der isolatiestoffen, welke uit *micaniet* zijn samengesteld; inplaats van *schellak,* hetwelk vroeger algemeen als bindmiddel werd gebruikt, doch betrekkelijk duur is, wordt nu meestal kunsthars (bestaande uit phthaalzure-anhydride en glycerine) als bindmiddel gebruikt. Deze nieuwe stof heeft het groote voordeel boven schellakstoffen, dat zij veel beter bestaand is tegen warmte. Ook de doorslagvastheid en de diëlectrische verliezen zijn bij deze stof veel gunstiger dan bij de schellakstoffen (vroeger schellakmicaniet).

De gummibevattende isoleerstoffen.

Als vulstof wordt gebruikt gummi of caoutchouc met bijmengsels; zij hebben tegenover de kunstharsen het nadeel, dat zij niet bestand zijn tegen warmte; zij hebben echter een grootere vastheid tegen vormveranderingen en kunnen daarom in de electrotechniek niet gemist worden.

De gummibevattende isolatiestoffen worden in drie groepen verdeeld:

1. isolatiebanden; para-gummibanden.
2. weekgummi.
3. hardgummi.

Voor de banden wordt ongevulcaniseerde gummi gebruikt, dat is die, welke niet met zwavel verbonden is; de gummi verleent aan de banden goede kleefkracht en isolatievermogen. Het week (zacht)gummi wordt gebruikt voor de isolatie van leidingen enz. (gummidraad). Het hardgummi komt voor in de eigenlijke hardgummisoorten, stabiliet, ijzergummi en vulcaan-asbest.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

De eigenlijke hardgummisoorten hebben een relatief laag soortelijk gewicht en een groot weerstandsvermogen tegen buigen en stooten. Zij zijn elastisch, taai, kunnen goed bewerkt en mooi gepolijst worden.

Hardgummi vermengd met grafiet, zwaarspaath enz. is goed bestand tegen scheikundige inwerking.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

B. *Isoleerstoffen.*

Na deze inleidende algemeene beschouwingen zullen thans zoowel de vaste als de vloeibare isoleerstoffen in alfabetische volgorde worden behandeld.

1. *Het ambroïn* is een materiaal, hetwelk door de Vereenigde Isolatoren Werken A. G. te Berlijn-Pankow vervaardigd wordt en uit silicaten en fossiele harsen wordt bereid.

Amber of barnsteen (s. g. 1,05 — 1,10) wit, geel of rood van kleur is het hoofdbestanddeel en als zoodanig een uitstekend isoleermiddel, maar uitermate bros en bovendien zeer brandbaar. Het wordt zeer veel gebruikt voor afspanisolatoren bij electrische tractie. Het kan in alle gewenschte vormen worden gemaakt.

Als hoogspanningsmateriaal vindt het toepassing in twee soorten: de eerste soort (B. A. S.), welke slechts een voortdurende verwarming van 80° C. kan verdragen, heeft een doorslagvastheid als in tabel I aangegeven.

TABEL I.

Doorslagspanning van ambroïn.

Plaatdikte in mm.	*Doorslagspanning in Volt.*
2	30.000 — 33.000
5	48.000 — 54.000
8	64.000 — 70.000
10	78.000 — 85.000

De tweede soort (F.B.) houdt een voortdurende verwarming tot 120° C uit, doch heeft een lagere doorslagvastheid.

2. *Asbest,* dat in den vorm van touw of platen, aan een plantaardige stof doet denken en vettig aanvoelt, is in werkelijkheid een minerale vezelstof, die in 2 soorten voorkomt n.l. *chrysotiel-asbest* en *hoornblende-asbest.*

De eerste is verreweg de belangrijkste soort; dit is een waterhoudend magnesiumsilicaat met een hoog smeltpunt; het wordt door zuren ontleed. De hoornblende-asbest is een calcium mag-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

nesiumsilicaat dat vrij bestendig is tegen de inwerking van zuren en logen.

Asbest is, mits goed droog een zeer goede isolator en daarbij onbrandbaar; het is daarom zeer geschikt voor sterkstroom-leidingen.

Asbest en asbestartikelen moeten afkomstig zijn van *gunstig* bekend staande fabrieken en moet geleverd worden als „zuivere witte asbest" in vezels zonder bijmenging van andere plantaardige stoffen (katoen, rubber e.d.).

Het komt in zeer veel vormen voor:

Asbestband, -doek, -garen, -koord, -pakking, -papier, -stijfsel; *flexible millboard* is zuivere witte asbest in vellen van voldoenden samenhang om verwerkt te kunnen worden. Het moet een gelijkmatige dikte hebben van ca. 7 mm. en geleverd worden ter breedte van 0,91 m. Asbest is vrij kostbaar. Het komt als *witte asbest* voor op Korea, in Tyrol en Rusland, als *gewone* asbest (in grijze kleur) in Zweden en Spanje.

Hoornblende-asbest wordt gevonden in de Alpen en in 't gebied van de Italiaansche meren.

Chrysotiel-asbest wordt hoofdzakelijk in Canada gevonden. Dit land levert ca. 80% van de wereldproductie. Het smelt bij 1150 — 1550° C. Het asbest-cement wordt als hoogspannings-isolatiemateriaal gebruikt; het is vuurvast en ongevoelig voor vocht.

3. *Bakeliet* is het isolatie-materiaal van den tegenwoordigen tijd, en wordt genoemd naar den uitvinder Bakeland, die van carbolzuur (phenol), formaldehyd en loog deze stof samenstelde. Het is een vaste stof, geheel structuurloos (zonder vezels), onbrandbaar en mechanisch zeer sterk. Het is bestand tegen een temperatuur van 200° C, heeft een uitstekend isoleerend vermogen, is bestand tegen zuren en alkaliën, weinig hygroscopisch.

Het kan gemakkelijk bewerkt worden met beitel en boor en wordt behalve als isolatie-materiaal gebruikt voor het vormen van alle mogelijke voorwerpen, zooals luidsprekers, aschbakjes, paneelen voor betimmeringen, enz. [1])

1) De Philipsfabrieken te Eindhoven hebben een speciale fabriek voor het vervaardigen van bakeliet onderdeelen en voorwerpen ingericht (de z.g. *Philite*).
S. S. Werke te Berlijn noemen hun bakeliet-materiaal „*Protoliet*".

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

In de electrotechniek heeft het bakeliet het porcelein, het steatiet, hetwelk gebruikt werd voor het vervaardigen van de doozen voor schakelaars, stopcontacten, ornamenten, enz. gedeeltelijk verdrongen; ook worden reeds aftak- en laschdoozen van bakeliet in den handel gebracht.

Het bakeliet komt, behalve in vasten vorm (bakeliet C) voor in vloeibaren toestand (bakeliet A) en is dan de z.g. *bakelietlak*. Deze bakelietlak kan in elken vorm geperst worden, al dan niet in verbinding met metaalstukken; wordt het dan met stoom op een hooge temperatuur verwarmd, dan gaat het in vasten vorm (bakeliet C) over.

Voor impregneeren is de bakelietlak zeer geschikt; het vervangt de schellak en is tegen hooger temperaturen bestand dan de laatste.

Vermengd met asbest vervult het de rol van bindmiddel; als vloeistof is het doorschijnend en een prachtig vernis.

De vaste bakeliet is niet bestand tegen ozon; is dus onbruikbaar in de hoogspanningstechniek.

Uit het bovenstaande blijkt, dat het bakeliet zoowel electrisch, als thermisch en mechanisch zeer waardevolle eigenschappen bezit.

Turboniet is een isolatiestof, welke bestaat uit hard rubber, geïmpregneerd met bakelietlak. Het komt overeen met hard hout en is uitstekend te verwerken.

4. *Caoutchouc* (gummi) is een melkachtig sap, dat uit de bekende rubberboomen en planten wordt verkregen (Ned.-Indië, Brazilië, Midden Amerika, Madagascar, Panama).

De caoutchouc-winning komt in het kort hierop neer, dat in de boomstam insnijdingen gemaakt worden, waaruit het vocht wordt opgevangen in glazen bakken. Het melkachtige sap, *latex* genaamd, wordt in een bepaalde verhouding gemengd met mierenzuur als coagulatiemiddel. Na een half uur staan scheidt de caoutchouc zich af, die dan door een wals wordt gehaald ter verwijdering van overtollig water. Door uitdampen en drogen in de zon, in de droogkamer of bij het vuur verdikt de vloeistof, totdat zij eindelijk een vasten, taaien vorm aanneemt en daarna als ruw product in den handel wordt gebracht.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

De beste soort is Para-caoutchouc (Para-gummi) uit N. O., Brazilië, dat in peervormige of ronde ballen verhandeld wordt. Het Carthagena-caoutchouc uit Nieuw Granada komt meer in groote klompen of kleverige platen aan de markt, terwijl de minst goede soort, de Guatemala, een sponsachtig voorkomen heeft.

Bijna zoo goed als de Para zijn de O. I. soorten uit Assan, Borneo, Singapore en Rangoon. Al deze soorten bevatten verontreinigingen, die door weeken en machinaal walsen tusschen verwarmde cylinders verwijderd moeten worden.

In zuiveren toestand is het caoutchouc een grauw witte, zeer elastische massa met een soortelijk gewicht van 0,92 — 0,96; beneden 0° C. wordt het wel hard, doch niet broos. Bij 100° gaat gummi smelten.

Tegen oliën is caoutchouc niet bestand. Door alkaliën wordt het zacht; door zuren bros en hard.

Het geleidt den electrischen stroom nagenoeg niet. Voor de isolatie van geleidingsdraden voor zwak- en sterk-stroom wordt deze stof als eerste deklaag gebruikt. Met aether, benzine en petroleum wordt het week; in chloroform lost het op.

Door vulcaniseering (toevoeging van 5% tot 20% zwavel) wordt het caoutchouc beter bewerkbaar en behoudt zijn hardheid en elasticiteit bij temperaturen van –20° C tot 100° C.

De proeven, waaraan het caoutchouc onderworpen wordt, zijn:

1e. een extractie proef
2e. een droge verhittings-proef
3e. een natte verhittings-proef
4e. de bepaling van het aschgehalte.

Deze proeven zullen hier niet nader worden besproken.

5. *Cellon en Cellonlak.*

Tegenwoordig wordt in Duitschland als isolatie-materiaal, niet alleen voor toestellen, doch ook voor leidingen, veel gebruik gemaakt van cellon en wel hoofdzakelijk nu de kabels en leidingen veelvuldig door papier geïsoleerd worden.

Hoewel cellon reeds lang bekend was, is het gebruik eerst in den laatsten tijd toegenomen. Het onderscheidt zich van celluloïd, niet alleen dat het moeilijk brandbaar is, maar ook, doordat haar eigenschappen door het toevoegen van andere stoffen naar behoef-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

te veranderd kunnen worden. Het cellon kan daardoor zoo rekbaar als gummi, zoo hard als mica en glas, of zoo buigzaam als gewoon leer gemaakt worden. Naarmate het kouder is, is het isolatievermogen hooger. Het kan ook als lak vervaardigd worden en dient dan als isolatielak voor ankers, spoelen voor magneten en andere toestellen. Als voorbehoedmiddel tegen roesten wordt het als *cellonlak tegen ijzerroest* in den handel gebracht.

In kouden toestand droogt het snel; het gelakte onderdeel behoeft dus niet verwarmd of in den oven gebracht te worden.

Verder kan een nieuwe laag cellen door middel van cellonlak in goede verbinding met een oude ingedroogde laag cellon gebracht worden; de verbinding is dan volkomen en de cellon vormt als het ware een gesloten buis om de leiding.

6. *Chatterton compound* is een mengsel van 1 deel Stockholmer teer, 1 deel hars en 3 deelen guttapercha. Het wordt in den handel gebracht in den vorm van dikke zwarte staven en dient om draadlasschen af te dekken door een isoleerende deklaag.

De staaf wordt hiertoe, evenals dit met een pijp lak geschiedt, aan het einde verwarmd (met een benzine- of spiritus-lamp), zoodat de massa zacht en kleverig wordt; de lasch wordt hiermede, nadat deze met gummiband en isolatieband omwikkeld is, ingesmeerd. Men laat daarna de massa afkoelen, zoodat deze dan weer hard wordt.

7. *Eboniet of hardgummi* moet zijn gevulcaniseerde caoutchouc met 25 — 34% chemisch gebonden zwavel innig vermengd, tot bladen gewalst en daarna tot 100° à 150° C. verwarmd. De zwavel, reeds meermalen genoemd, is een mineraal van gele kleur, met vettigen glans en smeltbaar bij 119° C., zoodat een innige vermenging met caoutchouc mogelijk is.

Na afkoeling van het genoemde mengsel verkrijgt men een harde, vaste stof, bij goede kwaliteit goed geschikt voor isolatie materiaal. Eboniet moet in alle deelen homogeen en diepzwart of roodbruin van kleur zijn; het aschgehalte mag niet meer dan 5% bedragen. Het laat zich goed bewerken.

In den handel komt het voor in den vorm van platen, staven, buizen, enz.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Het laat zich zagen, schaven en boren evenals hard hout. Op de draaibank bewerkt men het met scherpe gereedschappen (dunne snee) daar anders licht stukjes afbrokkelen.

Met een fijn getande zaag neemt men b.v. het gewenschte stuk uit een plaat, en door middel van een basterd-(half-zoet) vijl kan men er den juisten vorm aan geven.

Wil men schroefdraad tappen, dan boort men met een spiraalboor (draaibank of boormachine), de gaten droog in, waarna men met een *scherpe* tap metaaldraad insnijdt, evenals bij koper.

Houtschroefdraad is voor eboniet minder gewenscht. Wil men het eboniet daarna fijn afwerken, dan wordt het oppervlak nagevijld met een zoetvijl, daarna met amaril-schuurpapier overgeslepen en eindelijk met olie en doodekop, of poetspomade gepolijst; om eboniet glanzend zwart te polijsten gebruikt men een mengsel van groene zeep en krijt. Een goede kit voor het lijmen van eboniet bestaat b.v. uit 75 gewichtsdeelen trinidad-asphalt, 12,5 deelen zuivere hars en 12,5 deelen zuiver vet (hard vet), dit mengsel wordt onder voortdurend omroeren gesmolten; vóór het gebruik moeten de 2 stukken eboniet met de blaasvlam verwarmd worden.

Een goed polijstmiddel is ook engelsch-rood met olie, of boenwas. Om eboniet de zwarte kleur te geven, moet het worden ingewreven met olijfolie, waarin een weinig olesolzwart B (teerkleurstof) is opgelost.

Par. 13 v. d. V. V. voor electr. sterkstroominstallaties zegt o.a. „Bij stopcontacten tot 20 Ampère, die in droge lokalen gebezigd zijn, mag eboniet en gelijksoortig materiaal als onmiddellijke onderlaag voor stroomvoerende deelen gebruikt zijn".

De nadeelen van eboniet zijn de volgende:

De betrouwbaarheid vermindert, omdat het isoleerend vermogen vrij spoedig achteruit gaat. Alle eboniet wordt door licht aangetast, vooral door direct zonlicht. Hoewel geëischt mag worden, dat eboniet ongevoelig moet zijn voor zuren (behalve salpeterzuur en koningswater), wordt alle eboniet op den duur aan de oppervlakte zuur door de oxydatie van nog vrije zwavel tot zwavelig zuur, bevorderd door de aanwezigheid van een vochtlaagje.

In de hoogspanningstechniek wordt eboniet dan ook, ondanks zijn zeer waardevolle electrische eigenschappen zeer weinig ge-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

bruikt, omdat het reeds bij 70° week wordt en brandbaar is. Zijn doorslagvastheid is ongeveer 20.000 Volt bij 0,5 mm. en 50.000 Volt bij 2 mm. dikte d.w.z. dat bij een plaatdikte van 2 mm. deze plaat bij een spanning van 50.000 Volt. doorslaat. De trekvastheid gaat tot 770 kg/cm² en de drukvastheid tot 1.500 kg/cm², terwijl het soortelijk gewicht 1,20 — 1,25 bedraagt.

Toepassingen: doorvoeringsbuizen, nippels, omhulsel van bobines, isoleerknoppen, stopcontacten, microfoons, krukken, handvatten, accubakken, enz. Eboniet komt in den handel voor in *platen* van 55 × 60 cm., vanaf 1 mm. dikte; in *staven* tot 2 m. met elke verlangde dikte en *buizen.*

8. *Email; emailledraad.* Voor het bewikkelen van spoelen wordt het met zijde en katoen omsponnen draad geleidelijk verdrongen door het emailledraad, een fabrikaat oorspronkelijk door de A. E. G. in den handel gebracht.

Emailledraad is koperdraad, waarvan het oppervlak bedekt is met een zeer buigzaam isolatielak; de naam *emailledraad* is dus niet juist, daar email een glazuur is, hetwelk echter niet voor isolatie gebruikt kan worden, daar het bij het buigen van den draad lossspringt.

Het isolatielak wordt in verschillende lagen, tezamen tot een dikte van 1/100 mm. op den draad gebracht; door een bijzondere behandeling is dit lak ongevoelig geworden voor de zuurstof uit de lucht en is het bijzonder veerkrachtig en sterk geworden; het draad kan daarom gemakkelijk gebogen worden zonder dat de isolatie lossspringt. Wegens zijn glans wordt het emaille genoemd.

Bij het gebruik moet rekening gehouden worden met de warmte. Bij spoelen, welke voortdurend onder stroom staan en in beweging zijn, mag de temperatuur niet hooger dan 115° C. worden; bij stilstaande spoelen tot 125° C; gelijkstroom-emaille-spoelen, die niet aan trillingen zijn blootgesteld, mogen tot 150° C. verhit worden.

Voor ontstekingsspoelen, onderbrekingsspoelen, welke voortdurend trillen, en waar de isolatie kans heeft los te springen, gebruikt men emailledraad met een enkele zijde omspinning; deze neemt dan de trillingen op.

Emailledraad wordt in dikten van 0,03 mm. tot 3 mm. in den

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

handel gebracht. Tegen verdunde zuren is emailledraad bestand. Geconcentreerde zuren zijn schadelijk.

9. *Fiber* wordt vervaardigd uit houtvezels (agave, voorkomende in Oost- en West-Indië, Mexico, Peru, enz.). Deze vezels worden gedrenkt met zwavelzuur en chloorzink, tot een deeg gemaakt en onder verhoogde temperatuur en zeer hoogen druk tot platen en staven en buizen geperst. De chemicaliën worden er daarna zooveel mogelijk uitgewasschen en de deelen gedroogd. Het gemiddelde soortelijk gewicht is 1,4.

Vroeger werd het veel gebruikt, tegenwoordig zeer weinig, omdat het uiteraard zeer hygroscopisch en brandbaar is. Het is onderhevig aan zwellen en krimpen door vochtwisselingen.

Het is daarom alleen toegestaan voor lage spanningen.

Het fiber is hard, dicht en zeer sterk, laat zich minder goed bewerken dan eboniet (draaien, boren, tappen en vijlen), omdat het gemakkelijk onder het gereedschap wegkrult; is echter buigzamer. Ook in isoleerend vermogen staat het bij eboniet ten achter. Het wordt daarom door eboniet verdrongen en dit weer door het bakeliet.

Fiberkleur is meestal rood, soms ook zwart of grijs. Platen van 1 m. × 2 m. met een grootste dikte van 40 mm. komen voor; de staven zijn 6 tot 40 mm. dik; boven 25 mm. bestaan zij uit 2 of 3 lagen, op elkaar gelijmd. Hieruit kunnen dus geen hulzen gedraaid worden. Fiber is goed bestand tegen petroleum, benzine, olie en ammoniak. De trekvastheid wisselt tusschen 700 en 1400 kg/cm². en de drukvastheid tusschen 2450 en 4200 kg/cm².

10. *Gedrenkte stoffen.* Micalinnen (zie 22) is een samenvoeging van in lak gedrenkt (geïmpregneerd) linnen met micaniet. Dergelijke gedrenkte stoffen zijn voor het isoleeren van hoogspanningswikkelingen onontbeerlijk, omdat zij de sterkte van de plantenvezels verbinden met de hooge doorslagvastheid van de voor de impregneering gebruikte lakken.

Voor dit impregneeren moeten lakken van de beste hoedanigheid worden gebruikt; het lak mag geen bestanddeelen bevatten, welke de vorming van zuren kunnen veroorzaken; is een slechte lak gebruikt, dan is dit te zien aan den groenen uitslag van de wikkelin-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

gen. De droge lak moet zoo elastisch zijn, dat zij gemakkelijk gebogen kan worden, zonder dat zij scheurt of afbladdert.

Ook moet het smeltpunt zoo hoog liggen, dat het lak bij hooge temperatuur niet vloeibaar wordt. Wordt de isolatiestof gebruikt voor het isoleeren van de wikkelingen in olie-transformatoren, dan mag de lak niet door de heete olie worden aangetast.

Aan al de b.g. voorwaarden kan niet door één laksoort worden voldaan; vandaar dat verschillende soorten lak voor isolatie in den handel zijn, welke uit de verschillende harssoorten, in lijnolie, terpentijn, benzine opgelost, bestaan.

Schellak wordt niet gebruikt wegens zijn hoog zuurgehalte.

De bekende firma Meirowsky & Co. A. G., Porz a. Rhein, brengt de z.g. met haar excelsior-lakken gedrenkte stoffen en papieren in den handel, waarvan de eigenschappen in o.a. tabel II zijn aangegeven.

TABEL II.

Doorslagspanning van linnen en papier.

Materiaal	*Dikte in mm.*	*Doorslagspanning in Volt*
Excelsior zijde	0.1	1800
„	0.13 — 0.15	6500
Excelsior linnen	0.15	5500
„	0.25	5500
„	0.30	10000
Excelsior papier	0.07	2500
„	0.15	6500
„	0.20	10000
Excelsior compound	0.50	14000

Het excelsiorcompound bestaat uit een laag excelsior linnen, drie lagen mica en een laag excelsior papier. Het gedrenkte papier, dat voor de fabricatie van kabels wordt gebruikt, heeft een doorslagvastheid van 200.000 Volt voor 1 cm. dikte.

11. *Glas.* Wanneer sommige fijnere zand- of kwarts-soorten in verbinding met chemische producten, b.v. potasch, soda, kalk, enz. sterk verhit worden, vormen zich, bij den overgang tot den

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

vloeibaren toestand, verbindingen, die na afkoeling een meer of minder doorschijnende stof opleveren; deze stof noemt men glas.

Glas bestaat in hoofdzaak uit *silicaten* van natrium en calcium (Na_2O; CaO; 6 SiO_2), en ontstaat uit smelting van kwartszand met bijvoegingen van: potasch, soda, kalk, aluinaarde en verschillende metaal-oxyden, al naarmate het doel, waarvoor het glas moet worden gebruikt.

In Indië komt kwartszand voor in zuiveren toestand, langs het strand van Deli, Langkat en Rembang (Moeriah).

Glas is een slechte geleider voor warmte en electriciteit.

Glas isoleert vrijwel volkomen voor alle spanningen, die het niet perforeeren. Naar gelang het glas harder is, meer nadert tot kwarts en kiezelzuurrijker is, isoleert het beter; het best is het Boheemsche hardglas, het slechtst is het zachte gewone natronglas. Indien aan de isolatie geen bijzondere eischen gesteld worden, is het glas altijd voldoende, maar in de hoogspanningstechniek voldoet het niet meer.

De nadeelen zijn: zijn neiging tot oppervlaktegeleiding en zijn snel afnemende weerstand bij toenemende temperatuur. Bovendien is de brosheid dikwijls een bezwaar.

Het vindt ruime toepassing voor de elementglazen, accumulatorbakken, gloeilampen, enz.

Om het glas dikvloeibaar te maken is een warmte noodig van 1800° tot 2000° C., terwijl het bij roodgloeihitte, d.i. bij 600° à 800° C. zeer buigzaam is. Wil men een glazen buis of staaf op deze wijze vervormen, dan moet men voor een gelijkmatige verwarming in een Bunsen-brander zorg dragen en de tangen, die bij het buigen gebruikt zullen worden, mede vooraf goed verwarmen.

Gesmolten glas is in het geheel niet meer isoleerend, integendeel het geleidt dan den stroom vrij goed, getuige de geleiding van de glasachtige slakken der electrische staalovens.

Ofschoon het glas te hard en te broos is om met de vijl bewerkt te kunnen worden, kan men toch met goede, fijn gekapte (zoet) driekante vijltjes inkervingen in het glas maken, waarlangs het zich dan gemakkelijk laat afbreken.

Om dwars inspringen te voorkomen, kan men de glazen platen aan beide kanten met papier beplakken, voordat men ze invijlt. Het boren van gaten gaat vrij gemakkelijk met een stalen drilboor

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

of een aangeslepen dunne vierkante metaaldraaibeitel onder toevoeging van terpentijn, waarin kamfer opgelost is. Andere bewerkingen van glas komen bij den electrokundige niet voor.

Voor het buigen, zoowel als voor het snijden van glas met den diamant, behoort veel oefening. Soms wordt glas gebruikt voor isolatoren, welke goedkooper zijn dan porceleinen.

Het sinds de laatste jaren in den handel gebrachte pyrex-glas, dat ook voor huishoudelijke doeleinden wordt gebezigd, is zeer speciaal geschikt als isolator (veel toepassing in de radiotechniek), vanwege zijn ongevoeligheid voor temperatuurs-veranderingen.

Par. 25 c. van de V. V. zegt: „Klok- en daarmede gelijkwaardige isolatoren, isoleerrollen en isoleerklemmen moeten uit porcelein, *glas* of gelijkwaardig materiaal bestaan".

Het matten van glas wordt toegepast voor gloeilampballons; hiervoor wordt z.g. *matteerzout* gebruikt. Dit matteerzout wordt in een zelfde hoeveelheid lauwwarm water onder flink roeren opgelost. Opdat de oplossing lauwwarm blijve, plaatst men het houten of looden vat met de oplossing in een ander, dat heet water bevat; men drage zorg, dat dit water heet blijft. Nu drenkt men de ballons 2 tot 5 minuten, afhangende van de hardheid v. h. glas, in de vloeistof, welke steeds door flink roeren in melkwitten toestand wordt gehouden.

Zijn de ballons gematteerd, dan worden ze met koud water afgespoeld en met een borstel gereinigd.

Zooals boven reeds gezegd, wordt het in de hoogspanningstechniek als isolatie-materiaal niet gebruikt, ofschoon het een bijzonder hoogen isoleerweerstand bezit en een doorslagvastheid heeft van 10.000 tot 20.000 Volt voor 1 mm. dikte, en omdat het te broos is.

Als isolator staat het glas, op grond zijner physische en mechanische eigenschappen ten achter bij porcelein. De diëlectrische constante wisselt tusschen 5,5 en 10. Het glas moet geleverd worden vrij van holten, luchtbellen, sterren, strepen, blazen; en in de verlangde kleur.

12. *Gummi- en isolatie-band* worden in de electrotechniek overal daar gebruikt, waar eenig onderdeel van een willekeurigen vorm geïsoleerd moet worden; in hoofdzaak zijn dit de geleidingen.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Gummiband bestaat uit zuiver paragummi (zie onder 4). Isolatieband bestaat uit linnenstrooken, waarop een isolatie-massa van een bepaald gummigehalte is gebracht (gestreken of opgedrukt). Ook kan de linnenstrook met een asphalt- of een teermengsel gedrenkt zijn.

Isolatieband voor het omwikkelen van kabel- en draad-lasschen moet afkomstig zijn van een gunstig bekend staande fabriek; moet vochtwerend zijn.

a) linnenband, breed 15, 20, 25 en 30 mm.
b) rubberband, breed 10, 15, 20 en 30 mm.
c) zijdeband, breed 15 — 30 mm.
te leveren in rollen van 10 m.

De normaalvoorschriften voor gummi luiden:

De samenstelling van gummi moet zijn minstens 33% caoutchouc, dat niet meer dan 6% hars mag bevatten. Hoogstens 66,7% andere bestanddeelen met inbegrip van zwavel. Van de organische stoffen is de toevoeging van cerezine (paraffine koolwaterstoffen) slechts geoorloofd tot een maximum van 5%. Het soortelijk gewicht v/h adergummi moet minstens 1,5 bedragen.

13. *Getah pertsja (Gutta percha).* Komt in de wijze van winnen en in sommige eigenschappen overeen met caoutchouc, en wordt gevonden op de eilanden in den Indischen Archipel en in Achter-Indië.

De ruwe guttapercha heeft een geelbruine of bruine kleur, is weinig elastisch, buigzaam en lederachtig taai bij 25° C, bij 45° C deegachtig taai en bij 62 — 65° C week kneedbaar en laat zich dan tot dunne platen uitwalsen; bij 100° C wordt ze zeer kleverig en kan bij 150° C gesmolten worden; de gereinigde guttapercha is roodachtig geel (geelbruin).

Guttapercha kan opgelost worden in chloroform, zwavelkoolstof en ook in benzine.

Is het caoutchouc in hooge mate elastisch, guttapercha is dat in het geheel niet, maar meer een leerachtige substantie van groote taaiheid en plastisch.

Het kan evenals caoutchouc gevulcaniseerd worden met zwavel. Voor de bekleeding van koperdraden en voor geleidingen, als isolatie-middel voor electrische kabels en vooral zeekabels (tele-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

graafkabels) wordt de guttapercha zeer veel gebruikt, terwijl wij deze stof tot dunne vellen uitgeplet als guttaperchapapier tot het dekken van lasschen in geleidingen gebruiken.

Guttapercha verandert haar eigenschappen niet, wanneer zij in water ligt en tegen luchttoevoer beschermd wordt; ook in de aarde liggend behoudt zij haar eigenschappen.

14. *Hars; Pek; Asphalt* zijn mineralen, die toepassing vinden voor het dichtsmelten van elementen en accumulatoren enz. of die, vermengd met olie, was en andere stoffen, een giet-massa vormen voor het dekken van kabellasschen (vulmassa voor grondkabelmoffen, eindaansluitingen enz.).

Deze stoffen smelten licht en zijn ook oplosbaar in terpentijnolie. Een mengsel van gelijke deelen pek en asfalt wordt *mastiek* genoemd. Het is een waardevol impregneermiddel. Echte mastiek is een hars van een bepaalde boomsoort.

2 Deelen asfalt, samengesmolten met 0,4 deelen zwavel en 5 deelen lijnolie-vernis of lijnolie, 5 à 6 uur verwarmd op 160° C., waaraan naar behoefte terpentijn wordt toegevoegd, heet *vulmassa* en wordt toegepast voor kabelgarnituur.

15. *Hout.* Evenals alle plantaardige stoffen, bestaat het hout uit cellen, welker inwendige holte bij het jonge hout met celsap gevuld is, terwijl de cellen van oud en volkomen droog hout vrij van vocht zijn. Daar in het celsap, o. m. zouten in opgelosten toestand voorkomen, ligt het voor de hand, dat alleen oud, volkomen droog hout, of geperst met een isoleerende vloeistof onder de isoleerende stoffen gerekend mag worden.

Van de talrijke houtsoorten gebruikt de electrokundige hoofdzakelijk djatihout, walikoekoen en elders het ebbenhout, ijzerhout, notenhout, pokhout, mahoniehout, eikenhout en palmhout, terwijl het Amerikaansch grenen gebruikt wordt voor accumulatorstellingen.

Vóór het in elkaar zetten moet het hout bestreken worden met carbolineum of andere stoffen, die als lakken tegen zuur, in den handel gebracht worden. Na de opstelling herhaalt men deze bewerking nog één of tweemaal.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Hout heeft vele voordeelen: de gemakkelijke bewerkbaarheid, het algemeen voorkomen in diverse soorten, kwaliteiten en vormen, de geringe kosten, de mechanische sterkte. De nadeelen zijn: de brandbaarheid, het vochtgehalte.

Nu is het mogelijk hout onbrandbaar te maken, b.v. door impregneeren met chloorcalcium, chloorzink, of andere dergelijke zouten.

Evenwel isoleert het dan niet meer voldoende. Het ondoordringbaar maken voor vocht, nadat het hout eerst van vocht bevrijd is geworden, kan geschieden door koken in gesmolten was of paraffinde boven 120°, maar dan is het eerst recht brandbaar. Het hout vindt als isoleerende stof alleen toepassing voor zwakstroomtoestellen; voor sterkstroom mag het alleen toegepast worden voor de kastjes en randen om de marmerenschakel- en verdeelbordjes; voor de isolatie mag het hierin *niet* gebruikt worden.

Par. 9a V. V. zegt: „Schakel- en verdeelborden moeten uit onbrandbaar materiaal bestaan. *Hout* is slechts toegelaten voor omlijsting. Zij moeten zoodanig zijn opgesteld, dat in hun bedrijf optredende vuurverschijnselen geen ontvlamming van brandbare stoffen kunnen veroorzaken".

Par. 10. lid 3 V. V. „Voor handvatten en verbindingsstukken kan van *hout* gebruik worden gemaakt, bij hooge spanning voor handvatten slechts dan, wanneer het *hout* met een isoleerende stof is gedrenkt en het handvat bevestigd is aan een isoleerend of een met de aarde verbonden gedeelte".

Par. 12 lid 1 V. V.: „In gesloten schakelwalsen en dergelijke is (tot en met 1000 Volt) *geïmpregneerd hout*, ook buiten olie, toegestaan, behalve in lokalen met bijtende dampen".

Par. 21 lid 1 V. V.: „Als niet hygroscopisch isolatie-materiaal voor beschuttende omkokeringen mag o.a. *met doelmatige stoffen gedrenkt hout* zijn gebezigd".

Par. 25a, *Isoleer- en bevestigingsstukken: „Houten* groeflatten zijn verboden".

Toepassing vindt het hout b.v. in de accumulatoren-cellen, als scheidingswand tusschen de platen, om te voorkomen dat de massa uitvalt; bij schakelwalsen voor het bevestigen van de contactvingers en bij sommige automaten. Bij de bewerking van hout

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

moet op de langs- en dwarsrichting gelet worden. Hout in de richting van den stam noemen wij langshout; het is zeer veerkrachtig. Dwarshout vertoont de vezels in de richting rechthoekig op de lengte, en breekt daarop gemakkelijk af.

Moet men in een lange smalle strook hout veel gaten dicht bij elkaar in de rechte lijn boren, dan doet men goed een dergelijke strook eenigszins schuin uit de plank te zagen, opdat niet één en dezelfde bundel vezels doorboord wordt, waardoor scheuren overlangs kunnen ontstaan. Het bewerken van het hout bepaalt zich vrijwel tot het samenvoegen van kleinere stukken, het bijwerken en het herstellen van kleine defecten. Voor het lijmen gebruikt men de hout- of parellijm, die als zoodanig in harde koeken verkocht wordt; hoe lichter de kleur, hoe zuiverder de lijm is. Deze koeken worden eerst geweekt en dan in een lijmpot met dubbelen wand, waartusschen water gaat, gesmolten. De te lijmen stukken hout worden vooraf goed verwarmd, dan met dunne vloeibare lijm vlug en mager ingesmeerd, daarna sterk tegen elkaar gedrukt en gedurende eenige uren gedroogd.

Met puimsteen, haaienvel of glaspapier kan men het hout zacht opslijpen en geschikt maken voor politoeren. Politoer, een oplossing van 1 gewichtsdeel schellak op 6 tot 8 deelen zuiveren alcohol, dat echter geheel gereed in den handel verkrijgbaar is, wordt door middel van een opgerold stuk flanel of andere wollen stof, waarover een dun stukje katoen, onder licht wrijvende beweging op het hout aangebracht, liefst onder toevoeging van een paar druppels olie. Met eenige oefening en geduld slaagt men er spoedig in, beschadigde toestellen op deze wijze op te knappen.

16. *Katoen* van plantaardige afkomst is alleen dan een behoorlijk isolatie-middel indien het droog is en blijft, m.a.w. na impregnatie.

Katoen is zeer hygroscopisch, en niet bestand tegen temperaturen boven 100°.

Een katoenomspinning is voor de kleinere motoren en dynamo's en voor scheldraad het gebruikelijke draadisoleer-middel, en de normale lage spanning geeft geen moeilijkheden, te meer niet, omdat bij het werken alle motoren en dynamo's min of meer warmer worden en zoo dus de wikkeling automatisch drooggemaakt en

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

gehouden wordt. Bij hoogere spanningen echter is de katoen alleen, als isolatiemiddel niet meer voldoende; men verbetert dan de katoen-isolatie door impregneeren met schellak of een ander lak of vernis; ze wordt dan z.g. „gebakken".

De omspinning moet in een bepaalde minimum dikte om het koperdraad gebracht worden, ook al is de grondstof van de beste kwaliteit. Deze minimum-dikte is voor enkelvoudige katoenomspinning 0,05 mm., voor dubbele katoenomspinning 0,1 mm. De temperatuurtoename mag voor katoen niet meer dan 50° bedragen voor bewegende en 60° C. voor stilstaande spoelen.

17. *Kwarts* is een mineraal van de volgende chemische samenstelling: SiO_2; het komt in grootere stukken voor en heet dan *bergkristal*. Kleine kristallen hiervan komen in veel gesteenten voor (b.v. in de graniet van Banka, Billiton en Riouw). Het vormt ook het hoofdbestanddeel van vele zandsoorten. Het s.g. is 2,65.

De diëlectrische constante wisselt tusschen 4,3 tot 5,1.

In gesmolten toestand wordt het mineraal verwerkt tot draden, buizen, kroezen, enz. Kwartsdraden zijn zeer sterk en worden in vele physische instrumenten toegepast. Bij temperaturen boven 1000° wordt het dof en brokkelig door de omzetting in *trydimiet*. Gesmolten kwarts en gesmolten kiezelzuur dat principieel hetzelfde is, zijn nog zeer bros, en weerstaan nagenoeg geen buiging.

Het eenige bezwaar is, dat kwarts en aanverwante stoffen mechanisch zelfs niet aan zeer matige eischen voldoen. Electrisch is kwarts een pracht-isolator, zeer vuurvast, bestand tegen zeer snelle temperatuursveranderingen, bestand tegen zuren, alcaliën en atmosferische invloeden.

De prijs is hoog.

18. *Lak*. Isolatielakken zijn in het algemeen oplossingen van harsen in vluchtige oplosmiddelen en vermengd met tal van stoffen, die vaak fabrieksgeheimen zijn.

Van mechanische sterkte is natuurlijk geen sprake. De isolatielakken dienen voor het isoleeren van onderdeelen van dynamo's, motoren en andere electrische toestellen en leidingen. Zij dienen dus om die onderdeelen te beschutten tegen de schadelijke inwerking van zuren, zuurdampen, vocht, invloed van temperatuurswisselingen, enz.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Lakken worden in het algemeen in vloeibaren toestand op een voorwerp gebracht om hierop een samenhangende, vaste laag, z.g. „overtrek" te vormen. De vorming van deze laag kan geschieden door het vervliegen (verdampen) van het bij het lak gevoegde bind- of verdunningsmiddel.

Dit is het geval bij de *spirituslakken* en de groote groep van de in den laatsten tijd op den voorgrond tredende *cellulose lakken.* Deze laatste soort van lakken heeft echter, ondanks de vele voordeelen, nog niet veel toepassing gevonden als isolatielak; wel voor het bedekken van toestellen waarbij geen verwarming optreedt.

De beste isolatielakken zijn nog altijd de *olielakken,* dat zijn die lakken, welke *lijnolie* en *houtolie* bevatten; deze lakken vormen de isoleerende laag niet alleen door verdamping van het bindmiddel, doch er treedt gelijktijdig of nà het verdampen van het voornaamste deel van het bindmiddel, een stollen van de olie op, waarbij deze olie zuurstof uit de lucht opneemt. Deze opname kan alleen aan het oppervlak van de isolatielaag plaats vinden en moet langzaam in de laag doordringen; het drogen duurt dus betrekkelijk lang.

Ook de houtolie droogt onder normale omstandigheden van af het oppervlak. Om het drogen der olie te bespoedigen worden òf *droogstoffen* (siccatieven) òf verwarming gebruikt.

Eenige metaalverbindingen, zooals die van lood, cobalt, mangaan hebben de eigenschap reeds in een zeer geringe hoeveelheid de opname van de zuurstof en daardoor het drogen te versnellen. Deze metalen worden daarom bij de lakken gevoegd en om deze hierin gelijkmatig te verdeelen, worden zij meestal als verbindingen der hars- en olie-zuren in het lak opgelost.

Door verwarming droogt het lak snel; een lak, dat bij normale temperatuur in 24 uur droogt, droogt bij 90° tot 110° in 2 tot 4 uur volkomen.

Dit drogen vindt plaats in lak-droogovens.

De isolatielakken worden op 2 wijzen op het onderdeel aangebracht.

Ten eerste kan het te isoleeren voorwerp direct met het lak bedekt worden, zooals dit bij *emaille*-draden (zie onder 8) en *dynamoblikken* geschiedt; ten tweede worden machinedeelen omwikkeld met reeds gelakte en gedroogde banden, of deze deelen

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

worden na de omwikkeling met band isolatielak gedrenkt.

In beide gevallen worden geheel verschillende voorwaarden aan het isolatielak gesteld.

Moet een blank machinedeelen met het lak bedekt worden, dan kan men zonder meer bij het drogen een temperatuur toelaten, waarvan de hoogte alleen door het lak wordt bepaald; omdat de oliën van deze lakken temperaturen van ongeveer 300° C korten tijd kunnen verdragen, kan de tijd voor het drogen op ongeveer één minuut worden gesteld.

Gebruikt men echter stof of papier als de drager van het isolatielak (2e geval) dan is de hoogte van de temperatuur beperkt door de cellulose vezels van stof of papier. De temperatuur ligt dan bij ongeveer 100° C.

Als isolatielak voor dynamo's en motoren kan worden gebruikt een lak bestaande uit 4 gewichtsdeelen schellak, 2 deelen Sanderak, 2 deelen lijnoliezuur en 15 deelen alcohol (spiritus) of ook 4 gewichtsdeelen schellak, 4 deelen sanderak, een deel elemi en 20 deelen alcohol (spiritus).

19. *Leatheroïd* (leerpapier) komt overeen met press-spaan (geperst papier) en wordt wegens zijn uitstekende electrische en mechanische eigenschappen veel in de electrotechniek gebruikt.

Om een grooter isolatievermogen te krijgen wordt het in verschillende lagen op elkaar gebruikt; de laagdikte is 0,1 mm. Voor hoogspanningsmateriaal vindt het ook veel toepassing. De doorslagvastheid is in tabel III aangegeven.

TABEL III.

Doorslagspanning van leatheroïd.

Dikte in mm.	Doorslagspanning in Volt.	Doorslagvermogen voor 1 cm.
0,4	5.000	126.000
0,8	8.000	100.000
1,2	12.000	100.000
1,6	15.000	94.000

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

20. *Marmer,* hetwelk hoofdzakelijk uit de marmergroeven in Italië (Carrara) wordt gehaald, is ontstaan uit kalksteen, die door druktoename en temperatuursverhooging kristallijn is geworden, en werd reeds in de eerste jaren der electrotechniek als isolatiemateriaal gebezigd. Voor schakel- en verdeelborden, voor grondplaten van toestellen enz. vindt het uitgebreide toepassing.

Het materiaal is onbrandbaar, niet hygroscopisch en geeft een fraai aanzien.

Dikwijls heeft het echter ertssnoertjes die tot sluiting tusschen 2 leidingen aanleiding kunnen geven.

Vóór het gebruik moeten de gemonteerde platen goed onderzocht worden met een Ohmmeter. Het materiaal is zeer gevoelig voor zuren en wordt ook door chloor aangetast. Bij voldoende dikte is de mechanische sterkte groot, doch dit brengt een groot gewicht met zich.

De platen worden in de verlangde kleur en afmetingen door den leverancier afgeleverd, zoodat de electrokundige slechts de benoodigde gaten heeft te boren. Moeilijk is dit niet, omdat het marmer gemakkelijk te bewerken is.

Voor hoogspanning mag marmer tot 1000 Volt gebruikt worden; de doorslagsterkte is niet zeer hoog; een plaat dik 10 mm. zal bij 10.000 Volt doorslaan.

De bewerking geschiedt op de volgende wijze:

Het *zagen* van het marmer kan het beste geschieden met een goede metaalzaag. Langs de lijn, volgens welke men de plaat wil doorzagen, klemt men een ijzeren rij op het marmer, strooit langs de rij wat zand, maakt dit goed nat, en kan daarna de plaat langs de rij zagen. Het zand en het water moeten goed in de ontstane zaaggleuf vloeien, zoolang tot de marmerplaat is doorgezaagd.

Wil men de randen van een marmeren plaat recht afwerken, dan slaat men ook wel met een scherpe centerpons langs een rechte lijn centergaten, en herhaalt dit langs dezelfde lijn aan de andere zijde van de plaat. Daarna kan men het overtollige materiaal met zachte tikken afbreken.

Groote ronde gaten *boort* of zaagt men als volgt:

Men maakt eerst een plaatijzeren cylinder ter grootte van het gewenschte gat en voorziet den rand van dezen cylinder van drie-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

hoekige inkepingen op afstanden van ca. 1 cm in den vorm van de tanden van een zaag.

Om dezen cylinder voor het aanbrengen aan de boormachine geschikt te maken, brengt men er een ijzeren plaat met pen in aan, welke in den boorhouder van de boormachine past. Men stelt de boor (cylinder) op het marmer, strooit zand om haar heen en maakt dit goed nat; men laat nu de boor langzaam draaien met een matigen druk op de boor; deze zaagt dan regelmatig een rond gat uit het marmer; dit gat is eenigszins conisch, zoodat het zoo noodig bijgewerkt moet worden. Met behulp van een spiraalboor in een omslag kan eveneens gemakkelijk een gat in het marmer geboord worden; er mag dan op het laatste niet hard gedrukt worden, omdat er anders licht bladders aan de onderzijde af kunnen breken.

Het verdient echter aanbeveling voor het marmerboren een gewone platte boor te nemen, omdat deze beter boren met minder kans van uitbreken van het marmer.

Platte boren lossen beter dan spiraalboren. Men kan hem elke gewenschte hardheid geven, hetgeen daarom practischer is, omdat glasharde boren voor marmer beter voldoen.

Bij het slijpen van de boor lette men er op, dat de spits een weinig rond wordt geslepen.

Grootere gaten, verkrijgt men, door eerst een klein gat te boren; en deze daarna op de juiste diameter uit te boren; de snelheid moet dan ongeveer 150 omw. per minuut zijn.

Bij het boren moet de marmerplaat overal goed vlak dragen op een houten onderlaag. Voelt men, dat de boor bijna door de plaat is, dan moet men voorzichtiger, met minder druk boren, om uitbrokkelen van het gat aan den onderkant te voorkomen.

Het *polijsten* van het marmer en het bijslijpen van kleine kantjes geschiedt eerst met fijn amaril en daarna met een vochtig lapje met loodpoeder of tin-asch.

Voor het onderhoud gebruikt men marmerwas. Indien *kunstmarmer* (b.v. de soort Tenaciet, welke op zwart marmer gelijkt) verlangd wordt, zal dit bekend gesteld moeten worden.

21. *Mica* (kaliglimmer), een mineraal dat gemakkelijk splijtbaar is, wordt gevonden in de Alpen, in Finland en voornamelijk

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

in Siberië, waar het in groote platen wordt aangetroffen en gebruikt wordt in de plaats van vensterglas. Het is de, ook bij hooge temperaturen beste isolatiestof, kleurloos met parelmoerachtigen glans, onbrandbaar, niet hygroscopisch, moeilijk smeltbaar en door zuur onaantastbaar, en heeft een zeer hooge doorslagvastheid. Het is in vrij groote bladen nog genoeg samenhangend en kan tot in heel dunne blaadjes worden gespleten, blaadjes, dun genoeg, om met een gewone schaar te worden geknipt.

Vooral in de sterkstroom wordt mica veelvuldig aangewend. Het hooge isolatievermogen heeft het te danken aan de eigenaardige laagvorming. Het heeft echter het nadeel, dat het isolatievermogen afneemt, wanneer het met Olie in aanraking komt.

Er zijn verschillende soorten van mica, maar in hoofdzaak onderscheidt men: de volkomen heldere en de z.g. zwarte of electrische.

Voor gewone isolatie-doeleinden is de laatste soort voldoende; voor condensatoren en weerstanden is het aan te bevelen de eerste soort te gebruiken.

De doorslagvastheid blijkt uit tabel IV.

TABEL IV (volgens Benischke).

Doorslagspanning van Mica.

Laagdikte in mm.	Doorslagspanning in Volt.
0,1	7.500
0,2	13.000
0,4	22.500
0,6	30.500
0,8	37.000
1,0	42.000

Bij mica van mindere hoedanigheid is deze doorslagspanning veel lager en kan tot ca. 600 Volt dalen.

22. *Micaniet.* Doordat mica slechts in betrekkelijk kleine stukken in den handel voorkomt en de grootere platen zeer duur zijn, heeft de A. E. G. het eerst onder den naam van micaniet een product in den handel gebracht, dat bestaat uit zeer dunne mica-

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

plaatjes, welke met een bindmiddel (schellak in alcohol opgelost) op elkander geplakt worden tot platen van elke gewenschte grootte. Onder hoogen druk en onder verwarming wordt dan een gedeelte van dit bindmiddel uit de plaat geperst; daarna worden de platen vlak geslepen.

Uiteraard is micaniet niet tegen hooge temperaturen bestand, omdat het bindmiddel dan wegvloeit, en de plaat haar samenhang verliest.

Na verwarming kan het zeer goed gebogen worden en behoudt dan zijn vorm.

Uit mica vervaardigt men ook megohmiet (Meyrowski & Co. A. G.), megotalk, enz.

Micaniet wordt ook als micalinnen en mica papier gebruikt.

Micalinnen is een plaat micaniet, welke aan beide zijden van een laag linnen is voorzien of aan de eene zijde van linnen, aan de andere zijde van Japansch papier.

Het micalinnen wordt als volgt vervaardigd:

Het linnen wordt glad uitgelegd en met een lakbindmiddel bestreken; deze lak laat men eenige minuten in het linnen trekken. Op de laag lak wordt nu in de langsrichting een laag micaplaatjes naast elkaar gelegd en deze goed aangedrukt.

Hierover wordt een laag lak gebracht, welke ter bevestiging van de 2e laag micaplaatjes dient, welke in de dwarsrichting wordt aangebracht. Dit vindt zoolang plaats, tot de plaat de vereischte dikte bereikt heeft. Daarna wordt het geheel afgesloten door linnen of dun zijdepapier. De gemiddelde doorslagvastheid is 15.000 Volt voor 1 mm. dikte en van micapapier 20.000 Volt voor dezelfde dikte.

De doorslagvastheid van micaniet is in tabel V aangegeven.

TABEL V.

Doorslagspanning van micaniet.

Laagdikte in mm.	Doorslagspanning in Volt.
1	35.000
2	48.000
4	75.000

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Micaniet moet met een schaar geknipt kunnen worden, moet ook bij hooge temperatuur uitstekend isoleeren, en is te leveren in de gevraagde afmetingen.

Toepassingen:

isolatie van ankergleuven, hulppolen, lamellen van gelijkstroom-collectoren, enz.; mag niet op trek, wel op een druk belast worden.

Supra-micaniet is micaniet, door de A. E. G. in den handel gebracht, waarvan de micaplaatjes door middel van de *Glaphtal-lak* (in Amerika Glyptal genoemd) aan elkaar verbonden worden. Het voordeel van deze kleefstof boven de schellak is de grootere kleefkracht, dus kleinere benoodigde hoeveelheid. Het isolatievermogen is daarom hooger. Glaphtallak is beter bestand tegen verwarming dan schellak (150° à 180° C).

Megohmiet onderscheidt zich van micaniet, dat de bindstof volkomen eruit geperst wordt. De doorslagvastheid is iets hooger dan die van micaniet.

Megotalk wordt door de firma Landsberg en Ollendorf in Frankfurt a/Main in den handel gebracht; bij een dikte van 0,5 mm. is de doorslagvastheid ca. 23.000 Volt.

23. *Olie.* Tot de *vloeibare* isoleerstoffen worden gerekend: ruwe aardwas, benzine, benzol, houtteer, olijfolie, paraffine was, zware paraffine olie, stearine-zuur en terpine.

Hier volgen de 2 soorten: *Schakelolie* en *transformatorolie.*

Schakelolie.

Hieronder geven wij de eischen, gesteld in de Regelen voor Indische aanschaffingen (R. I. A.) door bemiddeling v/d Indischen Centralen Aanschaffings-dienst (I. C. A.).

1. De olie moet *zuivere mineraalolie* zijn, zonder zwevende deelen, vrij van zuren, alkaliën en zwavel en moet absoluut droog zijn. (Het onderzoek op droogte dient te geschieden door verhitting tot op 120° C. in een reageerbuisje, waarbij de olie helder blijven moet en geen knetterend geluid mag laten hooren).

2. Het *soortelijk gewicht* moet bij 15° C. tusschen 0,88 en 0,90 bedragen.

3. De *viscositeit,* volgens Engler bepaald, mag in verhouding tot de viscositeit van water bij een temperatuur van 20° C. niet

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

boven 10° zijn. Het *stolpunt* mag niet boven 20° C. liggen. Dit zal worden beproefd door een kolommetje olie van 4 cm hoogte in een reageerbuisje van 15 mm. middellijn gedurende een uur af te koelen op 20° C., waarna de olie nog vloeibaar en helder moet zijn.

4. Het ontvlammingspunt met een open kroes, volgens de methode Marcusson gemeten, moet boven 170° C. zijn.

5. Het brandpunt met een open kroes, volgens de methode Marcusson gemeten, moet boven 200° C. liggen.

6. Het verdampingsverlies na 5 uur verwarming op 100° C. mag niet meer dan 0,2% bedragen. Er mag geen bruinkleuring optreden, als de olie bij 100° C. geschud wordt met een gelijk volume zwavelzuur met een s.g. van 1,55.

7. Het teergetal (gehalte) van nieuwe ongekookte olie mag 0,1% niet overschrijden.

8. Gegoten door een fijne zeef mag de olie geen verontreiniging achter laten.

9. Nieuwe ongekookte olie moet na een verhitting gedurende 70 uur op 120° C. onder toevoering van zuurstof nog geheel helder zijn, en bij nadere proef in benzine van 0,7 s.g. nog helder oplosbaar zijn.

10. De olie mag na 5 uur verhitting op 150° C. geen bezinksel vertoonen.

11. De electrische doorslagvastheid van een olie-monster, uit een in bedrijf zijnden schakelaar genomen, moet, wanneer dit volgens de beproevings-voorschriften gemeten wordt, minstens zoo groot zijn, dat een olielaag van 0,38 cm. tusschen twee bollen, elk van 1,3 cm. middellijn bij 30 kV. niet worden overbrugd.

12. De verpakking dient te geschieden in zorgvuldig gedroogde ijzeren drums of blikken.

Omtrent *transformatorolie* is het volgende voorgeschreven:

1. Als bij schakelolie.

2. Het soortelijk gewicht moet bij 15° C. tusschen 0,85 en 0,92 bedragen.

3. De viscositeit volgens Engler mag in verhouding tot die van water bij 20° C. niet boven 8 liggen.

4. Vlampunt volgens Marcusson (open kroes) boven 160° C.

5. Brandpunt volgens Marcusson (open kroes) boven 180° C.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

6. Verdampingsverlies na 5 uur verwarming op 100° C. minder dan 0,4%. Er mag geen bruin-kleuring optreden als de olie bij 100° C. geschud wordt met een gelijk volume zwavelzuur met een s.g. van 1,55.

7. Teergehalte niet meer dan 0,1%.

8. Gegoten door een fijne zeef mag de olie geen verontreiniging achterlaten.

9. Als bij schakelolie.

10. Idem.

11. Tusschen metalen plaatjes van 25 mm. diameter, welke horizontaal 2½ mm. van elkaar onder de olie zijn geplaatst, mag, bij verbinding met een electrische stroombron geen vonk overspringen met minder dan 22 kV.

12. Als bij schakelolie.

Is bij verhitting tot 120° C. door een knetterend geluid de aanwezigheid van water merkbaar, dan is een verdere beproeving der doorslagvastheid niet noodig en moet de olie gedroogd worden.

Onder *viscositeit* verstaat men de *vloeibaarheidsgraad*. Men bepaalt deze met behulp van een *viscosimeter* (o.a. door de *methode van Engler)*.

Een viscosimeter bestaat uit een reservoir, waaraan aan den onderkant een nauw buisje met kraantje is aangebracht; de doorlaat van dit kraantje is verstelbaar. Het reservoir is omgeven door een watermantel, zoodat de zich in het reservoir bevindende vloeistof (i.c. de olie) op een vaste temperatuur van 15° C. of 20° C. kan worden gehouden. De viscosimeter is afgeregeld op water (als vloeistof). Het kraantje is nu zoo ingesteld, dat bij water in 51 à 53 sec. 200 cm³ water uitvloeit. Nu beproeft men op dezelfde wijze de te onderzoeken olie, waarbij men dan een anderen tijdsduur verkrijgt voor het uitloopen van een zelfde hoeveelheid olie. De hierbij gevonden tijd in seconden, gedeeld door de ijkwaarde (de uitvloeitijd voor water) geeft de *vloeibaarheidsgraad* of *viscositeit.*

De viscositeit van transformatorolie moet 8° Engler zijn, beteekent dus, dat de olie achtmaal langzamer uit het reservoir moet vloeien dan water.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Over bovengenoemde voorschriften is het volgende op te merken:

a. *de viscositeit* is van invloed op den goeden warmte-afvoer door de olie, deze geschiedt hoofdzakelijk door geleiding en is des te beter, hoe beter dun vloeibaar de olie is; de olie kan zich dan beter door de luchtlagen tusschen de wikkelingen bewegen. Een betere warmte-afvoer wordt daardoor verkregen, doordat de olie bij het inschakelen van den transformator in beweging komt en als het ware zich voortdurend in een kring beweegt.

In het gebruik wordt de olie dikker; de opgegeven viscositeit van 8° Engler is als grens voor de bruikbaarheid te beschouwen.

b. *Minerale zuren en alcaliën* mogen niet in de olie aanwezig zijn, daar deze het koper en de omspinning aantasten; zwavel zal de blanke koperdeelen aantasten, zwavelhoudende oliën hebben de slechte eigenschap, dat er drab- en zuurvorming optreedt.

d. *Zwevende deelen* in de olie verzamelen zich juist aan de punten van grootste veldsterkte en kunnen daardoor gevaar vormen voor doorslag van den transformator. Deze zwevende deelen kunnen bovendien de circulatiekanalen van den transformator verstoppen, waardoor de circulatie van de olie wordt belemmerd.

e. Het teergehalte van de olie is van bijzonder belang, omdat hierdoor drabvorming in de hand wordt gewerkt. Deze drabvorming treedt bij alle oliesoorten op en is het sterkst, wanneer de transformator voortdurend bij een hooge temperatuur werkt. De drab zet zich vast in de circulatie-kanalen, zoodat de olie-circulatie belemmerd wordt en zet zich af tegen de wikkelingen en tegen de zijkanten van den bak, zoodat de warmte-afgifte door geleiding verminderd en zelfs verhinderd wordt. De wikkeling wordt dan te warm en de isolatie verkoolt.

De doorslagspanning is hieronder in tabel VI opgenomen:

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

TABEL VI.

Doorslagspanning van transformator-olie.

Watergehalte	Doorslagspanning in Volt. tusschen 2 schijven van 12,5 mm. middellijn op afstand van 5 mm
geheel droog	70.000
minder dan 1 op 200.000	50.000
1 „ 50.000	30.000
1 „ 25.000	25.000
1 „ 10.000	20.000

Is de doorslagspanning tusschen 2 schijfvormige electroden met een middellijn van 12,5 mm., welke zich op een afstand van 5 mm. van elkaar bevinden en in een bak met olie ondergedompeld zijn, onder 25.000 Volt effectief gedaald, dan moet de olie gereinigd en gedroogd worden.

Tabel VII geeft de doorslagspanning voor 1 mm. (volgens Steinmetz) van enkele oliesoorten.

TABEL VII.

Doorslagspanning van oliën.

Oliesoort	Doorslagspanning in Volt.
Gesmolten paraffine 65°	8.100
Gekookte lijnolie 21°	8.000
Terpentijn	6.400
Ruwe mineraalolie	1.600

De doorslagspanning hangt in hooge mate af van de geringste bijmenging van vocht aan de olie, en aan de luchtblaasjes, welke aan de electroden hangen.

24. *Papier.* Het zuivere papier, b.v. best filtreerpapier, is bijna zuivere cellulose. Het is een willekeurig viltweefsel d.w.z. de vezels liggen willekeurig door elkaar op een wijze die afhangt van de toevallige rangschikking tengevolge der trilling bij het maken; maar omdat het een viltweefsel is, is het niet dicht en is het isoleerend vermogen afhankelijk van de dikte.

Voor zwakstroom-installaties is het een belangrijk isolatie-middel; het isoleert ook wel voor sterkere stroomen, doch dan

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

moet het volkomen droog zijn. Aan dezen laatste eisch is moeilijk te voldoen, omdat papier in hooge mate hygroscopisch is. Het moet daarom in bijzondere soorten olie of hars gedrenkt worden om vocht te weren.

Voor papier-condensatoren gebruikt men geparaffineerd papier. Voor dit doel is echter mica veel beter.

Het papier als isoleerstof komt in den handel voor als band, in bladen en platen.

Papierband, Preskarton en *Presspaan,* geprepareerd voor kabelwikkeling, gelijken op geolied bruin karton, in platen van ½ — 10 mm. dikte verkrijgbaar.

Lederpapier, donker blauw grijs, wordt veel gebezigd in ankergleuven van dynamo's en electromotoren.

25. *Paraffine* wordt verkregen uit de teer van turf, uit aardolie en bitumineuse lei of gesteente. Het smeltpunt ligt tusschen 30° en 60° C. Het s.g. is 0,87 voor de weeke soorten (smeltpunt van 35° tot 38° C.) en 0,915 voor de harde soorten (smeltpunt van 50° tot 60° C.).

Het dankt zijn naam aan het feit, dat het geenerlei affiniteit heeft voor chemische agentia.

De enorme inkrimping bij den overgang van gesmolten in vasten toestand en het lage smeltpunt zijn nadeelen.

Als impregneermiddel is het uitstekend; paraffine wordt dan ook gebruikt voor het drenken van omsponnen draden, van papierisolatie en van spoelen; deze laatste worden na het wikkelen in paraffine gekookt.

Paraffine wordt onderscheiden in:

a. *gesmolten uit ozokeriet* (aardwas) of *gestookt uit ruwe petroleum;* is een witte eenigszins doorschijnende stof, bij gewone temperatuur vrij vast en hard.

b. *zuiver* met een smeltpunt van minstens 55° C.

c. *paraffinum solidium* moet voldoen aan de eischen in de Nederlandsche Pharmacopoea gesteld; het mag, gesmolten geweest zijnde, ook na vier of vijf dagen rustig staan, geen blaadjes of scheuren in de massa vertoonen.

26. *Pertinax.* Door de m.g. Meirowsky en Co A. G. wordt eveneens het z.g. *pertinax* vervaardigd.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Het bestaat uit papierlagen, welke op een bijzondere wijze in olie en hars gedrenkt zijn, op elkaar gelegd en geperst tot platen en buizen. De kleur is dan geel of bruin, rood of zwart.

Het is een uitstekend isoleermiddel in electrische machines en vooral in transformatoren.

Blijft de temperatuur beneden 200° C., dan blijft het onder olie goed.

De trekvastheid is 1000 kg/cm². Het komt in den handel voor in platen van 105 × 55 cm, in dikten van ½ — 25 mm.

Het moet als hard hout bewerkt kunnen worden; het laat zich dan goed boren, tappen, zagen, vijlen, op de draaibank afdraaien. Men kan er zelfs draad op snijden, mits men maar zeer scherpe beitels gebruikt. Daarbij houde men in 't oog, dat het materiaal geen compacte massa vormt, maar uit lagen bestaat, welke los kunnen laten.

27. *Porcelein.* Het porcelein, zooals dit in ontelbare vormen voor de electrotechniek vervaardigd wordt, bestaat uit 2 deelen, of zooals de Chineezen, die het uitvonden, het noemen, uit *vleesch* en *been.*

Het been dan is het *kaolin* (= porceleinaarde = China clay), d.i. een *witte,* zuivere, vettig aanvoelende klei (Banka, Billiton, Riouw), die soms verontreinigingen bevat en bij zeer hooge temperatuur gebakken wordt. In de ovens wordt het materiaal overtrokken met een moeilijk smeltbaar laagje glas of glazuur.

Daar porceleinklei geperst en gegoten kan worden, is het mogelijk deze stof te gebruiken als grondstof voor alle mogelijke afsluiters, veiligheidsdoozen, stopcontacten, enz. Gewoonlijk worden dan alleen die zijden, die met andere lichamen in aanraking komen, geglazuurd (verglaasd).

Groote stukken en isolatoren voor sterkstroom moeten over de geheele oppervlakte van een glas- of glazuurlaag voorzien zijn.

Het porcelein is hard en sterk, isoleert bijna volkomen en is weinig hygroscopisch.

Het product voor electrische doeleinden onderscheidt zich van ander porcelein door het feit, dat het geheel doorbakken is en gesinterd en dus niet poreus.

Van doorslagspanning is bij de moderne porcelein-isolatoren geen sprake; wel van overslagspanning.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Een vonkontlading door overspanning heeft een veel grootere lengte langs een oppervlak dan door de lucht; daarom maakt men het pad voor de vonk zoo lang mogelijk; en geeft de hoogspannings-isolatoren den paddestoelvorm met meerdere hoeden.

In geglazuurden toestand is het porcelein ongevoelig voor temperatuurs-wisselingen (kleine warmte-uitzettingscoëfficient). Het glazuur is bovendien bestand tegen scheikundige invloeden; het wordt niet aangetast door oliën, zuren of alkaliën.

Het porcelein is een der beste, zoo niet de beste isolator in de electrotechniek.

De isolatoren voor buitenleidingen zijn blootgesteld aan weer en wind; ze worden daarom dan ook onder een kunstmatigen regen beproefd.

In de lucht zwevende roetdeeltjes worden door de electrische lading der isolatoren aangetrokken en vormen een gevaar voor overslag, als de laag roet zich blijvend hecht en tot een dikkere laag aangroeit.

Aan de glazuurlaag hecht het stof zich echter niet gemakkelijk en wordt er meestal door den regen weer afgespoeld.

Porceleinen isolatoren worden toegepast voor spanningen tot meerdere honderdduizenden Volts.

Voor de hoogspannings-techniek is porcelein dan ook het isolatiemiddel bij uitnemendheid.

De doorslagvastheid is in tabel VIII aangegeven.

TABEL VIII.

Doorslagspanning van porcelein.

Dikte der porceleinen plaat in mm.	Doorslag-spanning in Volt.	Dikte der porceleinen plaat in mm.	Doorslag-spanning in Volt.
1	13.000	6	62.000
2	25.000	7	69.500
3	35.000	8	77.000
4	45.000	9	84.500
5	54.000	10	92.000

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

Deze doorslagvastheid hangt bij porceleinen isolatoren af van de samenstelling van de klei, van de technische behandeling van den isolator gedurende het branden, van de soort glazuur en van het aantal glazuurlagen.

Par. 25 c. V. V. zegt: „Klok- en daarmede gelijkwaardige isolatoren, isoleerrollen en isoleerklemmen moeten uit *porcelein*, glas of gelijkwaardig materiaal bestaan".

Porcelein voor hooge spanningen heeft een s.g. van 2,3 tot 2,5.

Onverglaasd porcelein mag niet hygroscopisch zijn en geen water opzuigen.

Een druppel inkt op een breukvlak gelegd mag zich niet uitspreiden en niet in het porcelein dringen.

De diëlectrische constante is 4,4 — 6,8.

De gemiddelde trekvastheid van Amerikaansch porcelein is ongeveer 100 kg/cm² en de drukvastheid 1000 kg/cm².

Europeesche soorten zijn twee à drie maal zoo sterk, zoowel wat trek- als drukvastheid betreft.

De toepassingen van porcelein in de electrotechniek zijn legio o.a.:

draag-isolatoren, hang-isolatoren, doorvoerbuizen, isoleerrollen, handgrepen voor buisveiligheden, rosetten, klemmen, stopcontacten, stekers, huizen voor veiligheden, grondplaten voor schakelaars, enz.

28. *Presspaan* (zie ook 24) is evenals leatheroïd geperst papier, dat door vermenging met neutrale stoffen en vloeibare isoleermiddelen onder druk tot een homogene massa wordt geperst.

Het heeft dezelfde eigenschappen als leatheroïd en wordt in dikten van 0,1 tot 12 mm. in den handel gebracht. De dunne platen zijn taai en zeer buigzaam en het materiaal wordt niet broos bij verwarming.

Het wordt veel gebruikt voor het isoleeren van de groeven van ankers. De dikkere platen zijn zeer hard en taai, doch eenigszins hygroscopisch. Wordt het echter goed gedroogd en daarna geïmpregneerd met lijnolie, dan is het een zeer goede isolatie.

De doorslagvastheid wisselt tusschen 11.000 en 22.000 Volt voor een dikte van 1 mm.

Press-zell is hard-papier, dat door de A. E. G. als goed isoleermateriaal in den handel wordt gebracht.

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

29. *Schellak.* Blijkbaar een verbastering van het Engelsche *schell-lac,* een harsafscheiding van bepaalde planten (Ficus religiosa), veroorzaakt door de Coccus lacca of schaalluis, (Engelsch „Shell louse").

Schellak isoleert goed, en kan, doordat het in alcohol oplost, gemakkelijk als vloeibaar lak, schellakvernis, worden toegepast. Eveneens als impregnatie-middel, vooral voor dynamowikkelingen.

Het komt voor in 2 kleuren: oranje en rood.

a. *oranje,* moet bestaan uit plaatjes, hard, doorzichtig, oranjekleurig; opgelost in warme spiritus van 95% mag slechts 3% residu achterblijven; ze mag hoogstens 3% hars bevatten.

Bij de beoordeeling wordt aangenomen, dat harsvrije schellak een joodgetal heeft van niet hooger dan 18 en een zuurgetal van 60.

Het aschgehalte mag hoogstens 1,5% bedragen.

b. *roode,* moet bestaan uit een mengsel van plaatjes, hard, half doorzichtig, bleekrood gekleurd, zuiverheid als bij schellak oranje.

De verpakking geschiedt in balen, in houten vaten of in kisten van 50 kg. netto.

30. *Zijde* van dierlijke afkomst (zijderups) wordt evenals de katoen gebruikt voor de isolatie van geleidingsdraden. Is zeer hygroscopisch; daarom wordt ze na het omspinnen evenals katoen, in paraffine, asfalt of schellakoplossing gedrenkt.

De minimumdikte der omspinning bedraagt voor enkelvoudige 0,025 mm. en voor dubbele omspinning 0,05 mm. Met zijde omsponnen draad neemt dus minder ruimte in dan met katoen omsponnen draad.

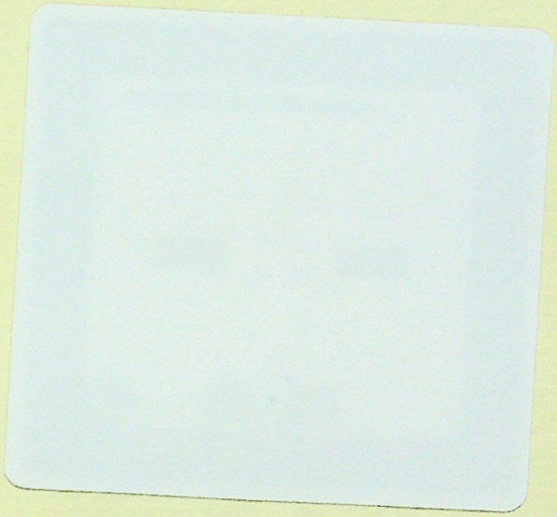
Er zijn natuurlijk nog tallooze andere isoleermiddelen, die onder zeer verschillende namen in den handel gebracht worden, b.v. mycalex, okoniet, stabiliet, tenaciet, guttapercha-papier, enz.

Door de Mij. tot vervaardiging van homogene kabels te Delft wordt voor het isoleeren (impregneeren) van zeer lichte grondkabels het z.g. *karetnja* gebruikt. Dit is een zwarte isolatielak, veel gelijkend op zwart caoutchouc. Het is bestand tegen den invloed van verdunde zuren, alkaliën, olie, vocht en tegen electrolytische werking.

PERPUSTAKAAN NASIONAL RI.
PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA



PERPUSTAKAAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA