Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 62 (1971)

Heft: 9

Artikel: Etude sur l'influence des stabilisants et des lubrificants dans les compounds vinyliques pour l'isolement de conducteurs électriques à basse tension

Autor: Fabbri, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915817

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Etude sur l'influence des stabilisants et des lubrifiants dans les compounds vinyliques pour l'isolement de conducteurs électriques à basse tension

Par *G. Fabbri,* S. Giorgio di Piano

621.315:616.96

1. Introduction

Le but principal de cette étude est de déterminer l'influence des stabilisants, lubrifiants, anti-oxydants et adjuvants divers sur les caractéristiques électriques des compounds à base de PVC destinés à l'isolement primaire de conducteurs électriques à basse tension.

Du point de vue des caractéristiques électriques, on a voué une considération particulière à la constante d'isolement.

En ce qui concerne les méthodes d'essai pour la détermination de la constante d'isolement, on se rapporte aux Règles de la CEI. Pour la détermination des caractéristiques non normalisées, on a établi des procédés particuliers, mais indiqués à cet effet.

Compte tenu cependant qu'un conducteur électrique est un produit industriel qui doit être réalisé aussi parfaitement que possible du point de vue technique et économique, l'étude a été étendue même à des considérations dépassant le domaine électrique, en faisant ressortir la stabilité thermique du compound, la coloration, l'apparence de la surface, la productivité, l'effet du contact du cuivre avec l'isolant, etc.

2. Méthodes d'essai

Quant à la constante d'isolement, elle a été déterminée suivant des méthodes de comparaison par un appareil équipé d'un galvanomètre à miroir ayant les caractéristiques suivantes:

a) période:	9,5 s
b) résistance intérieure:	823 Ω
c) résistance critique:	45 000 Ω
d) sensibilité:	$4 \cdot 10^{-10}$ Ω / div. à 1 m

De chaque compound effectué, on a tiré diverses couronnes de fil de 100 m de long, sur lesquelles on a exécuté des mesures après immersion dans l'eau selon les prescriptions de la CEI. D'autres mesures de la constante d'isolement ont été effectuées après une immersion prolongée dans l'eau (jusqu'à 10 jours) et à des températures différentes (jusqu'à 70 °C).

3. Compounds

Les compounds essayés ont été mis au point, présentant les bases communes suivantes:

Sicron 548 FM	100 parties en poids
D.O.P	50 parties en poids
Clay 33	15 parties en poids

et avec les variantes suivantes:

a) Phosphite bibasique de plomb	5 — Stéarine 1
b) Phtalate bibasique de plomb	5 — Stéarine 1
c) Sulfate tribasique de plomb	5 — Stéarine 1
d) Carbonate basique de plomb	5 — Stéarine 1
e) Phosphite bibasique de plomb	5 — Stéarate bibasique de plomb 2
f) Savon de baryum-cadmium	1,6 — Stéarine 0,4
g) Complexe en poudre au baryum-cadmium	2 — Stéarine 0,4
h) Baryum-cadmium liquide	3 — Stéarine 1
i) Etain mercaptide	1 — Stéarine 1
l) Phosphite bibasique de plomb	5 — Stéarate neutre de plomb 1
m) Phosphite bibasique de plomb	5 — Stéarate de calcium 1
n) Phosphite bibasique de plomb	5 — Alcool cétyl-stéarylique 1
o) Phosphite bibasique de plomb	5 — Monostéarate de glycérine 1

Avec une telle variété de compounds, on s'efforça de tenir compte de l'influence soit des stabilisants au plomb conventionellement employés dans le domaine de la fabrication des câbles électriques, soit des stabilisants différents, employés dans le domaine du PVC, mais pas pour l'isolement de câbles électriques, ainsi que de quelques lubrifiants les plus courants.

On peut remarquer que, quand il s'agit de stabilisants primaires au plomb, on a utilisé 5 parties en poids de stabilisant et 1 de lubrifiant — excepté pour le mélange phosphite-stéarate bibasique, compte tenu du pouvoir lubrifiant moins élevé de ce stéarate.

D'autres produits stabilisants ont été utilisés en quantités plus petites que celles établies pour les stabilisants au plomb, en considérant soit des facteurs économiques (c'est-à-dire en cherchant à réaliser des compounds ayant une valeur équivalente), soit le pouvoir lubrifiant des complexes en poudre au Baryum-Cadmium, car, s'ils sont utilisés en quantités élevées, ils peuvent provoquer des défauts à cause de la lubrification excessive.

Tous les compounds ont été travaillés comme suit:

Mélange préalable avec un mélangeur avec palettes, chauffage à vapeur, chambre en acier inoxydable et palettes chromées. Le «dry-blend» est obtenu en introduisant d'abord la résine et les autres matières solides et en augmentant progressivement la température jusqu'à 60 °C. A cette température, on a introduit le plastifiant préchauffé à 60 °C. Le travail a été poursuivi pour 30 min environ jusqu'à l'obtention d'une poudre sèche, atteignant les 90 °C. Puis on a effectué le refroidissement avec un mélangeur et la poudre ainsi obtenue a été déchargée à 40 °C.

La granulation a été obtenue avec une boudineuse et un refroidissement par air. Température de travail: corps 140...155 °C, tête à granuler 170 °C. Pendant tout le cycle

de travail, on s'est soigneusement efforcé d'éviter les contaminations de tous genres.

Extrusion de câbles: on a établi pour le câble les caractéristiques suivantes:

⌀ de l'âme en cuivre:	d_1 = 1,4 mm
⌀ extérieur:	d_2 = 3,4 mm
épaisseur de la couche isolante:	s = 1 mm

Le travail a été exécuté avec une boudineuse Bandera ⌀ 30, équipée d'une vis avec rapport de compression 1:2,2 — rapport longueur-diamètre = 23:1 — filières en acier inoxydable. Température d'extrusion: corps 140...155 °C, tête 175 °C — vitesse d'extrusion 600 m/h environ.

4. Stabilité thermique

De chaque compound on a prélevé — à l'état de «dry-blend», c'est-à-dire après le travail dans le mélangeur — un petit spécimen qui a été transformé en crêpe par un mélangeur à cylindres de laboratoire; puis, le crêpe a été soumis à un essai de stabilité thermique statique à l'étuve à circulation d'air à la température de 180 °C. Les résultats sont résumés dans le tableau I.

Stabilité thermique

Tableau I

Compound	Couleur initiale	Exposition à la chaleur (min)	
		récupérable	noir ou brun foncé
a	très blanc	120	180
b	blanc	140	plus de 180
c	blanc crème	120	plus de 180
d	blanc	140	180
e	blanc	140	plus de 180
f	blanc gris	20	60
g	blanc gris	80	160
h	blanc gris	60	80
i	gris	60	80—100
l	blanc	100	180
m	blanc	80	140
n	blanc	100	180
o	blanc	120	> 180

5. Productivité

En ce qui concerne la productivité des compounds ci-dessus, les valeurs sont résumées dans les deux tableaux II et III. Le premier concerne l'influence du stabilisant seul, tandis que le deuxième rapporte l'influence de quelques lubrifiants parmi les plus courants.

On a pris le stabilisant de base phosphite bibasique de plomb dans les compounds typiques lubrifiés avec stéarine; on a donné une valeur conventionnelle de 1 à la production par unité de temps de la boudineuse et on a considéré également la valeur de 1 pour la consommation spécifique, c'est-à-dire l'énergie consommée pour extruder l'unité de poids.

Tableau de productivité

Tableau II

Compound	Productivité	Consommations spécifiques
a	1	1
b	0,85	
c	0,95	1,06
d	1,03	0,85
f; g	1	1
h	0,90	1,40
i	0,93	1,30

Tableau de productivité
lubrifiants en raison de 1 %

Tableau III

Matériel lubrifiant	Productivité	Consommations spécifiques
Stéarine	1	1
Stéarate bibasique de plomb	0,87	
Stéarate neutre de plomb	0,91	
Stéarate de calcium	0,79	0,90
Alcool cétyl-stéarylique	0,83	
Monostéarate de glycérine	0,82	

Note: Les consommations spécifiques qui ne sont pas indiquées valent toutes entre 1 et 0,90.

6. Caractéristiques esthétiques du fil extrudé

Les caractéristiques esthétiques ont été évaluées en tenant compte des résultats de l'extrusion obtenus, sans procédés d'adaptation particuliers lors du changement des compounds. Cela signifie qu'on ne peut pas exclure «a priori», qu'en adaptant convenablement les filières, les températures, les procédés de travail ou quoi que ce soit, des résultats différents de ceux que nous venons d'illustrer ne puissent pas être obtenus. Néanmoins, il est très important de remarquer que certaines formulations apparaissent particulièrement propres à obtenir facilement des caractéristiques esthétiques bien appréciables.

On peut également observer que l'on atteint des résultats esthétiques excellents avec les Laurates au Ba-Cd, alors que, dans le domaine des stabilisants au plomb, les meilleurs résultats sont obtenus avec le phosphite bibasique de plomb, presque sans tenir compte du lubrifiant utilisé; de toute façon, il semble que l'issue la plus appréciable soit atteinte en utilisant l'alcool cétyl-stéarylique et le monostéarate de glycérine en tant que lubrifiant. Le tableau IV résume les résultats obtenus:

Résultats obtenus

Tableau IV

Compound	Couleur	Surface
a	blanc	bonne — légère p. o.
b	blanc sombre	assez bonne — légère p. o.
c	blanc sombre	assez bonne — légère p. o.
d	blanc	rude
e	blanc	bonne — légère p. o.
f	neutre	très bonne — lisse
g	neutre	très bonne — lisse
h	neutre	bonne — lisse
i	gris	assez bonne
l	blanc	bonne — légère p. o.
m	blanc	bonne — légère p. o.
n	blanc	bonne — très légère p. o.
o	blanc	bonne — très légère p. o.

Note: p. o. = peau d'orange

7. Constante d'isolement

La constante d'isolement a été mesurée avec les appareils déjà mentionnés, en réalisant l'essai suivant:

Essai prolongé (8 jours) à température constante. Les couronnes de fil longues de 100 mètres sont demeurées dans une cuve d'eau pendant la période de temps établie. On a divisé les résultats en deux groupes, l'un pour les stabilisants au plomb et l'autre pour les stabilisants ayant une composition différente ou pour ceux qui sont également des stabili-

sants au plomb, mais où des lubrifiants spéciaux ont apporté une réduction des caractéristiques électriques.

7.1 En ce qui concerne les stabilisants au plomb, les valeurs de la constante d'isolement *K*, après un conditionnement dans l'eau pendant 24 h, sont presque pareils; le carbonate basique de plomb fait exception ayant des valeurs considérablement plus basses. Avec le temps, en effectuant des relevés toutes les 24 h, aucun amoindrissement des caractéristiques électriques n'est observé.

7.2 Les complexes en poudre au Ba-Cd que nous avons essayés, présentent des valeurs *K* considérablement inférieures par rapport aux dérivés du plomb; il s'agit cependant de valeurs qui sont encore acceptables. En tous cas, il faut faire attention aux complexes en poudre au Ba-Cd, étant donné qu'on en vend des types qui donnent des caractéristiques électriques considérablement plus basses.

7.3 Il semblerait que les stabilisants liquides au Ba-Cd et les mercaptides d'étain devraient être exclus.

Nous n'avons pas rapporté l'influence des lubrifiants spéciaux dans le tableau V. La situation peut être cependant résumée de la manière suivante:

a) Stéarine: excellente, n'influence pas la valeur de *K*.
b) Stéarate neutre de plomb: excellent, n'influence pas la valeur de *K*.
c) Alcool cétyl-stérilique: réduit sensiblement la valeur de *K* (réduction en raison de ⅔).
d) Monostéarate de glycérine: réduit sensiblement la valeur de *K* (réduction de 50 %).
e) Stéarate de calcium: influence d'une façon négligeable la valeur de *K*.

Valeurs moyennes de K à 20 °C: MΩ/km
après immersion dans l'eau pendant 24 h

Tableau V

Phosphite bibasique de plomb	2740
Sulfate tribasique de plomb	2700
Phtalate bibasique de plomb	2160
Carbonate basique de plomb	1820
Complexes en poudre au Ba-Cd	1100
Stabilisants liquides au Ba-Cd	150
Etain	65

Valeurs moyennes de K oberservées aux hautes températures. L'essai de variation de la constante d'isolement par rapport au changement de la température est particulièrement intéressant. On a appliqué des méthodes de détermination des températures très soignées et l'eau dans la cuve a été maintenue convenablement sous agitation.

Le tableau VI résume le comportement des compounds différemment stabilisés par rapport à la variation de la température.

Tableau VI

	Constante d'isolement *K* MΩ · km		
	40 °C	60 °C	70 °C
Phosphite bibasique de plomb	230	14	4
Sulfate tribasique de plomb	230	10	3,90
Phtalate bibasique de plomb	350	30	12
Carbonate basique de plomb	180	25	9
Complexes en poudre au Ba-Cd	150	6,50	3
Ba-Cd liquides	12	1,20	0,70
Etain	4	0,65	0,40

On peut remarquer que, parmi les stabilisants au plomb pour l'utilisation à hautes températures, le phtalate bibasique de plomb est sans doute le meilleur. Par contre, les stabilisants liquides au Ba-Cd et l'Etain ont donné des résultats moyens, tandis que la stabilisation avec les complexes en poudre au Ba-Cd a été assez bonne.

8. Influence de la présence du fil de cuivre en contact avec la gaine isolante

Dans le but d'envisager les conséquences du contact cuivre-PVC, on a plongé un fil de cuivre dans un plastisol constitué par 50 parties de Solvic 336 et 50 parties de D.O.P. Puis, on a stabilisé le tout avec 2 pcr de stabilisant. On a essayé: stabilisants au plomb, complexes et savons au Ba-Cd seuls et associés à des antioxydants ou phosphites organiques, stabilisants liquides au Ba-Cd, stabilisants à l'étain, stéarate de calcium. On peut observer, en général, une influence négative du cuivre par rapport à la stabilité à la chaleur. Cet essai de stabilité thermique ayant été jugé très indicatif, on n'a pas essayé d'autres caractéristiques.

Stabilisants au plomb. Le phosphite bibasique de plomb et le carbonate basique de plomb ressentent beaucoup la présence du cuivre; le sulfate tribasique de plomb et le phtalate bibasique de plomb sont, par contre, sensiblement moins influencés. L'influence du cuivre est révlée par un halo plus ou moins sombre autour du cuivre. Les stéarates neutre et bibasique de plomb sont également influencés d'une façon remarquable.

Savons métalliques

Laurate de cadmium:	influence modérée
Laurate de baryum:	influence sensible
Laurate de baryum-cadmium:	influence très sensible
Laurate de Ba-Cd avec chélatant:	influence remarquable
Laurate de Ba-Cd avec bis-phénol A:	influence très remarquable
Stéarate de calcium:	influence très modérée

Stabilisants liquides au Ba-Cd. L'influence du cuivre sur ces stabilisants est très remarquable.

Etain. Le cuivre a une influence sensible, mais pas trop grande sur le maléate de dibutyl-étain; son influence est plus faible sur les mercaptides d'étain. La situation peut être résumée, en attribuant des points de 1 à 10 (Tableau VII).

Tableau VII

Stabilisant	Point
Phosphite bibasique de plomb	5
Sulfate tribasique de plomb	6
Phtalate bibasique de plomb	7
Carbonate basique de plomb	4
Stéarate bibasique de plomb	6
Stéarate neutre de plomb	6
Laurate de baryum	6
Laurate de cadmium	7
Stéarate de calcium	8
Bis-phénol	3
Ba-Cd liquide	0
Etain maléate	8
Etain mercaptide	7

Les relevés et les essais ont été effectués avec le plus grand soin et toute précision voulue. Les données ont été tirées de la moyenne de plusieurs essais dans le but de réduire autant que possible l'influence des fautes accidentelles. Pour ces essais, on a utilisé des produits Reagens, comme stabilisants et lubrifiants, tandis que pour les types qui ne sont pas fabriqués par la Reagens, on a utilisé les produits les plus significatifs disponibles sur le marché.

Nous ne pouvons cependant exclure que quelque produit particulier, appartenant à une des classes dans lesquelles notre étude a été subdivisée, puisse présenter des résultats différents par rapport à ceux que nous avons obtenus.

Adresse de l'auteur:
Dr. Ing. *Giancarlo Fabbri,* Reagens S. p. A., Via Codronchi, 4, I-40016 S. Giorgio di Piano (Bologna), Italia.