Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 13

Artikel: Fortschritte bei der Anwendung von Kunststoffen in der Elektrotechnik und Elektronik

Autor: Mair, Hans J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904838

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: 10.12.2025

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

dass sich beim Verdunsten alle Komponenten gleich schnell verflüchtigen. Deshalb sollte besonders darauf geachtet werden, dass nicht die niedrig siedende, unbrennbare Komponente verdampft und eine Komponente mit Flammpunkt zurückbleibt.

Besonders muss auch darauf hingewiesen werden, dass bei allen Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden müssen.

Einsprühen unter Hochdruck

Das Reinigen erfolgt, indem das Reinigungsmittel mit hohem Druck und gebündeltem Strahl mit einem Hochdruckspritzgerät in die verschmutzte Elektroanlage gesprüht wird (Figur 1). Durch die mechanische Kraft des Sprühstrahls und die Lösungsmitteleigenschaften wird die Verschmutzung gelöst und nach unten aus der Anlage geschwemmt. Der Elektroreiniger verdunstet, ohne dabei Rückstände zu hinterlassen. Dies ist wichtig, damit die neu in die Anlage gelangenden Staubteilchen nicht auf der Oberfläche haften können.

Diese Reinigung kann, wenn notwendig, unter Spannung bis 1000 V, also während der normalen Betriebszeit, erfolgen. Dabei ist das ausführende Personal u. a. mittels Kunststoff-Handschutz und Spritzverlängerung vor spannungsführenden Teilen zu schützen. Dass Mittel- und Hochspannungsanlagen nicht unter Spannung gereinigt werden dürfen, ist bekannt. Hingegen ist diese Reinigungsmethode auch dort zeitsparend. Ausserdem ist darauf zu achten, dass keine Personen mit der Reinigung von derartigen Anlagen betraut werden, die nicht über die entsprechende Qualifikation verfügen.

Werden alle Vorschriften, Hinweise und Empfehlungen des Pflichtenheftes beachtet, kann nach dieser Methode mit geringem Zeitaufwand und wenigen Betriebsmitteln eine optimale Wartung der Elektroanlagen vorgenommen werden.

Fortschritte bei der Anwendung von Kunststoffen in der Elektrotechnik und Elektronik

Die Kunststoffindustrie bemüht sich, die steigenden Anforderungen an die Eigenschaften der Werkstoffe zur Herstellung elektrotechnischer Erzeugnisse durch weitere Verbesserungen vorhandener Produkte und durch Entwicklung neuer Kunststoffe mit speziellen Eigenschaften zu erfüllen. Mehrstoffsysteme bringen eine günstige Kombination von Eigenschaften; verbesserte Verstärkungsmittel, Stabilisatoren und Hilfsstoffe ergeben Vorteile. Neue Hochtemperatur-Werkstoffe werden einer breiteren Verwendung zugeführt. Anhand von Beispielen wird die jüngste Entwicklung dargestellt.

Dieser Text ist eine Zusammenfassung des Aufsatzes desselben Autors in Kunststoffe 72(1982)10, S. 590...600.

Adresse des Autors

Dipl.-Ing. *Hans J. Mair*, Sachverständiger für Kunststoffe in der Elektrotechnik, D-Rottach-Egern. Vormals Mitarbeiter der Anwendungstechnischen Abteilung Kunststoffe von BASF Aktiengesellschaft, D-Ludwigshafen.

Styrolpolymerisate

Für elektrotechnische Erzeugnisse werden Styrolpolymerisate in grossen Mengen vor allem in drei grossen Anwendungsbereichen benötigt:

- elektrische Hausgeräte, z.B. Kühl- und Gefrierschränke, Staubsauger, Küchengeräte aller Art und Körperpflegegeräte;
- Rundfunk-, Phono- und Fernsehgeräte in ihrer ganzen Vielfalt sowie Videogeräte;
- Geräte der Kommunikationstechnik vom Fernsprecher bis zum EDV-Bildschirm-Terminal.

Dank der zahlreichen Produkte mit verschiedenen Eigenschaften können durch Wahl des geeigneten Werkstoffs bei fertigungsgerechter Konstruktion die vielfältigen Anforderungen der Gerätehersteller meist problemlos erfüllt werden.

Eine bemerkenswerte Entwicklung ist die Ausrüstung von *schlagfestem Polystyrol (SB)* mit kleinen Mengen Silikonöl, um das Gleit-Reibungs-Verhalten günstig zu beeinflussen, also den Verschleiss zu verringern und Quietschgeräusche zu vermeiden. Das SB wird heute in zahlreichen Handelsprodukten auch mit Flammschutzausrüstung angeboten (Prüfung nach IEC 707/VDE 0304 Teil 3), um den jeweiligen Anforderungen, z.B. für Installationskanäle und -verteilerschränke, für Fernsehgeräterückwände usw., gerecht zu werden.

Auch die *ABS-, SAN- und ASA-Polymerisate*[1]) wurden auf breiter Basis in Richtung höherer Wärmeformbeständigkeit, Zähigkeit, Steifigkeit und Oberflächengüte weiterentwickelt (Fig. 1).

[1]) ABS = Acrylnitril-Butadien-Styrol;
SAN = Styrol-Acrylnitril;
ASA = Acrylnitril-Styrol-Acrylester.

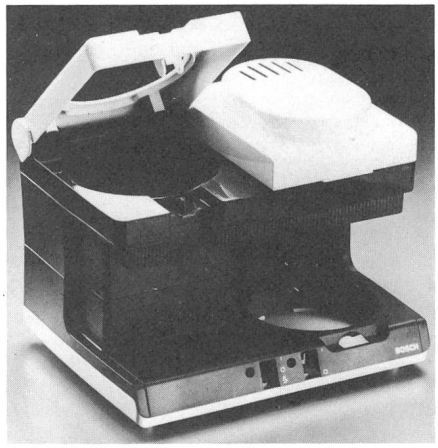

Fig. 1 Kaffeemaschine mit einem Gehäuse aus hochwärmeformbeständigem ABS
(Vicat-Erweichungstemperatur VST/B/50: 114 °C)

Polyolefine

Polyethylen niedriger Dichte (LDPE) mit bewährten und verbesserten Produkten für die Kabelindustrie und verstärktes *Polypropylen (PP)* für elektrische Hausgeräte stehen im Vordergrund. Energiekabel mit Isolierung aus PE oder vernetztem PE (VPE) können neuerdings auch mit einem PE-Mantel gefertigt und geliefert werden. Hierzu stehen neue PE-Mantelmaterialien mittlerer Dichte mit hoher thermischer Be-

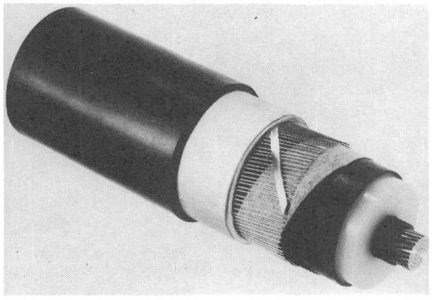

Fig. 2 110-kV-Energiekabel mit VPE-Isolierung und PE-Mantel
Das Kabel ist längs- und querwasserdicht.

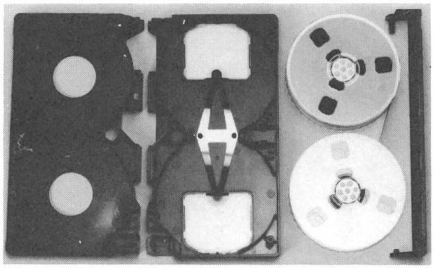

Fig. 3 Videokassette geöffnet bzw. zerlegt
Die Teile für die Gehäusekonstruktion sind aus SB oder ABS gefertigt; die Spulenkerne, Führungsrollen-, Bandandruckhebel und die Spulenarretierung sind aus POM.

lastbarkeit auch in der bewährten russschwarzen Einfärbung zur Verfügung (Fig. 2). Interessant ist ein Ethylen-Vinylacetat-Copolymerisat mit halogenfreier Brandschutzausrüstung für Isolierung und Mantel von Energiekabeln für Kraftwerke, Untergrundbahnen und öffentliche Gebäude.

Zur Isolierung von Freileitungen ist ein russgefülltes, witterungsbeständiges, vernetzbares Ethylen-Vinylacetat-Copolymerisat (EVA) besonders geeignet.

Bei der Isolierung der Adern von Fernsprech-, Orts- und Bezirkskabeln mit zellularem PE nach dem Foam-Skin-Verfahren werden in einem Verfahrensschritt eine geschäumte Innenschicht (mit günstigen dielektrischen Eigenschaften) und eine kompakte Aussenschicht (mit besseren mechanischen Eigenschaften) auf die Ader aufgebracht. Schliesslich tragen auch die Lichtwellenleiter (LWL)-Kabel einen Aussenmantel aus spannungsriss- und witterungsbeständigem PE.

Beim PP zeichnen sich zwei Entwicklungsschwerpunkte ab:

- mit Talkum oder Glasfasern verstärkte PP-Typen mit höherer Steifigkeit, noch besserer Wärmeformbeständigkeit sowie kleinerer Wärmeausdehnung und Schwindung;
- Propylen-Copolymerisate mit guter Zähigkeit auch bei tiefen Temperaturen.

Spezialkunststoffe

Die *Polyamide (PA)* wurden und werden in steigendem Umfange als Isolier- und Konstruktionswerkstoffe auf allen Gebieten der Elektrotechnik verwendet, bevorzugt in der Energieverteilung, im grossen Bereich der elektromotorischen Geräte, für Elektrowärmegeräte und in der Kraftfahrzeug-Elektrik. Die Eigenschaften wurden durch

- Modifizieren mit weichelastischen Polymeren,
- Verstärken mit Glasfasern, Kohlefasern, Spezialsilikaten, Glaskugeln, Talkum,
- Verwenden spezieller Stabilisatoren,
- Einsatz neuer Flammschutzmittel noch weiter verbessert.

Neu sind zwei PA-Sorten auf der Basis von PA 6 und PA 66 mit einem halogenfreien Flammschutzmittel, das die elektrischen Eigenschaften nicht beeinflusst. Wegen der hohen Zähigkeit sind diese Werkstoffe besonders für Anwendungen geeignet, bei denen bei der Montage oder im Betrieb eine gewisse Elastizität gefordert wird, z.B. für Elektroinstallationskanäle mit biegsamen Rippen, Klemmleisten und Steckverbinder.

Bei *Polyacetal (POM)* liegen die meisten Anwendungen im Bereich der Kommunikationstechnik: Antriebs-, Bedienungs- und Befestigungselemente, Schnappverbindungen, Einzelteile für Telefonapparate, Wähltasten, Steckverbinder, Spulenkörper, Nokkenscheiben. POM eignet sich vorzüglich zur Herstellung massgerechter Präzisionsteile (Fig. 3).

POM wird auch häufig für Isolierteile in Mittelspannungs-Schaltanlagen verwendet, dank der speziellen Eigenschaft, dass der beim Abschalten unter Last entstehende Lichtbogen aus der Oberfläche des Isolierstoffs Gase abspaltet, die den Lichtbogen innerhalb sehr kurzer Zeit löschen. Das POM wird dabei nicht nachteilig verändert. Diese Lichtbogenlöscheinrichtung arbeitet betriebssicher und wartungsfrei.

Polybutylenterephtalat (PBTP) wird wegen seiner hohen Festigkeit und Dauerwärmeformbeständigkeit gerne für Bauteile und Gehäuse von Elektrowärmegeräten, für hochbeanspruchte Teile in Leuchten sowie für Bau- und Isolierteile in nachrichtentechnischen Geräten und in der Kraftfahrzeug-Elektrik eingesetzt (Fig. 4).

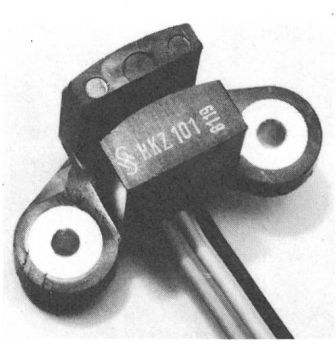

Fig. 4 Hall-Magnetschranke mit Gehäuse aus PBTP-GF für ein elektromagnetisches Zündsystem
Beim Durchgang einer Blende durch den Spalt wird der Zündfunke geschaltet.

Hochtemperaturbeständige Kunststoffe

Von den Werkstoffen *Polyethersulfon (PESU),* Polysulfon (PSU), Polyphenylensulfid (PPS), Polyetheretherketon (PEEK), Polyetherimid und den Fluor-Kunststoffen (PTFE, ETFE) ist wohl das PESU das meist verwendete. Die hohe Wärmeformbeständigkeit und die vorzüglichen Langzeiteigenschaften (Temperaturindex nach IEC 216/VDE 304 Teil 21 und 22: 180) prädestinieren das PESU zur Herstellung von Elektroteilen, die bestimmungsgemäss hohen Dauergebrauchstemperaturen ausgesetzt sind oder die im Störfall besonders heiss werden: Isolier- und Konstruktionsteile für Elektrowärmegeräte, z.B. Heizlüfter und Haartrockner, für Schalter, Anschlusselemente für gedruckte Schaltungen, für den Hochspannungstransformator in Fernsehgeräten, aber auch die Gehäuse für Brennstoffzellen und der Wicklungsträger in einem Kraftfahrzeugmotor-Kerzenstecker mit Entstörwiderstand.

Leitfähige Polymere

Ein niedriger spezifischer Durchgangswiderstand bzw. eine gewisse elektrische Leitfähigkeit wird meist durch Mischung der Kunststoffe, z.B. PE, PP, PA, PBTP, PC, PVC mit leitenden Substanzen, z.B. Kupfer-, Aluminium- oder Eisenoxidteilchen, Graphit oder Leitfähigkeitsruss erzielt. Zwar beeinflussen die grossen Mengen unverträglicher Füllstoffe die Eigenschaften des Kunststoffs, und das Ergebnis, nämlich der elektrische Widerstand des Teils, ist auch abhängig von der Orientierung der leitenden Substanzen; bei genügender Erfahrung kommt man jedoch durchaus zu technisch akzeptierbaren Konstruktionen. Seit langem bewährt sind die leitfähigen Schichten für die sog. Leiterglättung in PE- und VPE-isolierten Energiekabeln.

In jüngster Zeit haben Forschungsvorhaben zu neuen, leitfähigen polymeren Verbindungen und zu neuartigen Synthesewegen für Polyacetylen, Polyphenylen und Polypyrrol geführt. Man hofft, Polymere mit metallähnlicher Leitfähigkeit zu realisieren, die dann neue technische Anwendungen ermöglichen werden.

Sicherheit durch Kunststoffe

Die Zahl der tödlichen Unfälle durch elektrischen Strom hat in den letzten 20 Jahren ständig abgenommen. Dazu haben eine Reihe von Faktoren beigetragen. Man kann wohl ohne Übertreibung sagen, dass konstruktive Verbesserungen und fortschrittliche Neuentwicklungen der Geräte sowie das breite Angebot an geeigneten Kunststoffen dazu beigetragen haben, dieses hohe Sicherheitsniveau der elektrotechnischen Erzeugnisse auch in wirtschaftlich vertretbarer Weise zu erreichen.