

Isolierlacke und Isolierharzmassen der Elektrotechnik

Tränkharzmassen

Prüfverfahren

DIN
46 448
 Blatt 1

Varnishes and resin moulding materials for electrical insulation; impregnating resin moulding materials; test methods

Diese Norm ist eine Gemeinschaftsarbeit des Deutschen Normenausschusses (DNA) und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) im Rahmen des VDE/DNA-Gemeinschaftsausschusses „Isolierlacke“ und stimmt, zusammen mit DIN 46 448 Blatt 2, sachlich überein mit VDE 0360 Teil 2/3. 69 „Bestimmungen für Isolierlacke und Isolierharzmassen der Elektrotechnik; Teil 2 Tränkharzmassen“ (siehe auch Erläuterungen).

Maße in mm

Inhalt

	Seite		Seite
1. Geltungsbereich	1	6.2. Klebrigkeit	5
2. Probenahme	1	6.3. Beschaffenheit in dicker Schicht	5
3. Vorbehandlung der Proben und Probekörper	1	6.4. Haftfestigkeit	5
4. Prüfung von Reaktionsharzen und Reaktionsmitteln	1	6.5. Backfähigkeit	5
4.1. Allgemeine Beschaffenheit	1	6.6. Durchschlagfestigkeit	5
4.2. Eigenschaften von Reaktionsharzen und/oder deren Reaktionsmittel	2	6.7. Dielektrischer Verlustfaktor und Dielektrizitätszahl (relative Dielektrizitätskonstante) ..	6
5. Prüfung von Tränkharzmassen	2	6.8. Spezifischer Durchgangswiderstand in Abhängigkeit von der Lagerung in Wasser ..	7
5.1. Gesamt-Volumenschwindung	2	6.9. Gewichtsänderung durch Lagerung in Wasser	7
5.2. Härtingszeit	2	6.10. Verhalten gegen flüssige und pastenförmige Chemikalien, einschließlich Isolieröl, Schmiermittel und Fette	7
5.3. Gelierzeit	2	6.11. Beständigkeit gegen Lösungsmitteldämpfe ..	7
5.4. Reaktionsverlauf	2	6.12. Grenztemperatur (Temperatur-Zeit-Grenzen)	8
5.5. Isothermer Viskositätsverlauf	3	6.12.1. Allgemeines	8
5.6. Einwirken auf Lackdrähte	3	6.12.2. Gewichtsverlust	8
6. Prüfung von Tränkharzformstoffen (Tränkharz-Körper)	3	6.12.3. Durchschlagspannung	9
6.1. Herstellen der Probekörper	3	6.12.4. Biegefestigkeit	9
6.1.1. Probekörper A (mit Träger aus Glaselengewebe)	3	6.12.5. Gesamtauswertung	9
6.1.2. Probekörper B (mit Blechträger)	4	7. Prüfbericht	10
6.1.3. Probekörper C (Gießplatte)	4		

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Tränkharzmassen nach DIN 46 448 Blatt 2.

2. Probenahme

Dem zu prüfenden Erzeugnis wird eine Durchschnittsprobe entnommen, deren Menge für die in Abschnitt 4 bis 6 angegebenen Prüfungen ausreicht.

3. Vorbehandlung der Proben und Probekörper

Sofern bei den einzelnen Prüfverfahren nach Abschnitt 4 bis 6 nichts anderes angegeben ist, werden die Proben 2 bis 3 Stunden lang dem Klima im Prüfraum angeglichen und die Probekörper vor der Prüfung 24 Stunden lang im Normalklima 23/50 DIN 50 014 gelagert.

¹⁾ Beim Arbeiten mit diesen Stoffen sind hinsichtlich der gegebenenfalls notwendigen gesundheitlichen Schutzmaßnahmen die einschlägigen Vorschriften zu beachten.

²⁾ Begriffe Reaktionsharze, Epoxidharze (EP-Harze), Methacrylharze und ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze) und Reaktionsmittel siehe DIN 16 945 Blatt 1; Begriffe Tränkharzmassen und Tränkharzformstoffe siehe DIN 46 448 Blatt 2.

4. Prüfung von Reaktionsharzen und Reaktionsmitteln¹⁾

4.1. Allgemeine Beschaffenheit

Die Prüfung dient zur Beurteilung, ob das für die Tränkharzmasse verwendete Reaktionsharz²⁾ und die Reaktionsmittel Verunreinigungen enthalten oder Trübungen, Ausscheidungen oder Entmischungen zeigen. Bei pigmentierten oder gefüllten Komponenten kann man prüfen, ob bzw. in welcher Zeit sich die Pigmente oder Füllstoffe absetzen.

In einen 100-ml-Meßzylinder werden 75 ml Reaktionsharz oder Reaktionsmittel gegeben. Man beobachtet diese Komponenten

a) sofort nach dem Einfüllen, wenn die gegebenenfalls eingebrachten Luftblasen verschwunden sind und

b) nach 48 Stunden Lagerung bei Raumtemperatur (siehe DIN 50 014).

Es wird festgestellt, ob sich nach Entweichen der Luftblasen und nach 48 Stunden Lagerung unter Luftabschluß bei Raumtemperatur Trübungen, Ausscheidungen oder Entmischungen zeigen.

Fortsetzung Seite 2 bis 10
Erläuterungen Seite 10

Fachnormenausschuß Kunststoffe (FNK) im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA

Fachnormenausschuß Materialprüfung im DNA



Documents

Document Sharing Hub

4.2. Eigenschaften von Reaktionsharzen und/oder deren Reaktionsmittel

Sollen Eigenschaften von Reaktionsharzen und deren Reaktionsmittel bestimmt werden, wird nach DIN 16 945 Blatt 1 (Ausgabe Mai 1968), Abschnitt 4 und 5 geprüft.

5. Prüfung von Tränkharzmassen

5.1. Gesamt-Volumenschwindung

Die Gesamt-Volumenschwindung wird nach DIN 16 945 Blatt 1 (Ausgabe Mai 1968), Abschnitt 6.5 ermittelt.

Im Prüfbericht ist die Gesamt-Volumenschwindung in % anzugeben.

5.2. Härtingszeit

Zur Ermittlung der Härtingszeit von Tränkharzmassen auf Basis von EP- und UP-Harzen²⁾ bei einer vorgegebenen Härtingtemperatur wird geprüft, wie sich der Gehalt an acetonlöslichen Anteilen unter festgelegten Versuchsbedingungen während der Härtung verringert.

Prüfgerät und Prüfmittel:

Feinwaage mit einer Fehlergrenze von 0,001 g

Rückflußapparat bestehend aus:

100-ml-Schliffundkolben NS 29

Rückflußkühler NS 29

Wasserbad

Wärmeschrank mit natürlicher Durchlüftung nach DIN 50 011

Aceton (DAB 6).

Herstellen der Probekörper:

Nach Abschnitt 6.1.1 werden eine Reihe von Probekörpern A 1 mit unterschiedlichen Härtingszeiten, z. B. nach der Stufe 1/2, 1, 2, 3, 4, 6 Stunden hergestellt.

Aus jedem Probekörper werden 3 Streifen 50 mm × 20 mm geschnitten und an einem Ende mit einem Loch zum Aufhängen versehen. Die Streifen werden in einem Exsikkator bei Raumtemperatur aufbewahrt. Frühestens nach 2 Stunden Lagerung im Exsikkator wird das Gewicht (m_1) jedes Streifens und die Dicke auf 0,02 mm bestimmt.

Durchführung:

Beim Prüfen der Härtingszeit wird unterschieden zwischen Tränkharzmassen, die

- bei Temperaturen bis Raumtemperatur
- bei Temperaturen über Raumtemperatur härten.

Als Härtingszeit gilt

bei nach a) härtenden Tränkharzmassen die Zeitdauer vom Zusammengeben der Komponenten,

bei nach b) härtenden Tränkharzmassen die Zeitdauer vom Einbringen der Probestreifen in den Wärmeschrank bis zu dem Zeitpunkt, von dem ab sich der acetonlösliche Anteil der Probestreifen um nicht mehr als 1 % von einer Zeitstufe zur nächsten vermindert (Zeitstufe in der Regel eine Stunde). Bei Tränkharzmassen, die nach a) härten, ist dabei die Lagerung im Exsikkator mit zu berücksichtigen.

3 Schliffkolben werden mit je 50 ml Aceton (DAB 6) beschickt. In jeden Kolben wird ein Probestreifen gegeben und eine Stunde lang auf dem Wasserbad am Rückfluß gekocht. Anschließend wird der Probestreifen frei hängend während 2 Stunden bei 80 °C im Wärmeschrank getrocknet. Danach wird der Probestreifen wieder 2 Stunden im Exsikkator gelagert und erneut gewogen (m_2).

Auswertung:

Zur Berechnung des acetonlöslichen Anteils in % wird die Differenz $m_1 - m_2$ berechnet und auf den Anteil an Tränk-

²⁾ siehe Seite 1

harzmasse des Probestreifens bezogen. Der Anteil kann durch Veraschen der Probestreifen ermittelt oder unter Vernachlässigen von geringen Schwankungen des Glasseiden-Flächengewichtes direkt berechnet werden (z. B. 0,0507 g je Probestreifen). Es ist dann in %:

$$\text{Acetonlöslicher Anteil} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \cdot 100$$

Hierbei bedeuten:

m_1 Gewicht des Probestreifens vor der Prüfung

m_2 Gewicht des Probestreifens nach der Extraktion und Trocknung

m_3 Gewicht der Glasseide im Probestreifen

Im Prüfbericht ist außerdem die Dicke der Probekörper anzugeben.

5.3. Gelierzeit

Die Prüfung der Gelierzeit wird nach DIN 16 945 Blatt 1 (Ausgabe Mai 1968), Abschnitt 6.3 durchgeführt und gibt einen Anhalt, wann und bei welcher Temperatur die Tränkharzmasse geliert. Die Prüftemperatur muß der Hersteller der Tränkharzmasse vorzugsweise aus folgender Stufe angeben: 25, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 °C; gegebenenfalls sind mehrere Prüftemperaturen anzugeben. Es werden je Prüftemperatur 2 Versuche durchgeführt.

Anmerkung: Die Kenntnis der Gelierzeit ist von Bedeutung, da hieraus auf die Abtropfverluste und folglich auch auf die Füllung der mit Tränkharzmasse zu imprägnierenden Wicklungen geschlossen werden kann.

5.4. Reaktionsverlauf

Die Prüfung des Reaktionsverlaufes gibt Aufschluß über die Reaktivität und den zeitlichen Ablauf der Härtingsreaktion unter festgelegten Versuchsbedingungen. Es werden hierbei die Reaktionszeit und die Höchsttemperatur ermittelt. Die Prüfergebnisse gestatten eine vergleichende Beurteilung verschiedener Tränkharze hinsichtlich ihrer Reaktivität. Die Prüfergebnisse können dem Anwender nur einen Anhalt für die praktische Verwendung der Tränkharzmasse in elektrischen Betriebsmitteln geben.

Als Maß für die Reaktionszeit wird die Zeitdauer zwischen Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt, an dem die Tränkharzmasse die Höchsttemperatur erreicht, angegeben. Unter **Höchsttemperatur** ist die höchste Temperatur zu verstehen, die die Tränkharzmasse bei der Härtung unter den Prüfbedingungen erreicht.

Prüfgerät:

Ölbad, dessen Temperatur bis 200 °C eingestellt und auf ± 0,5 grd konstant gehalten werden kann.

Reagenzglas 20 DIN 12 395

Temperaturfühler, z. B. ein Eisen-Konstantan-Thermoelement, sowie ein Temperaturmeßgerät mit 2 grd Teilung und einem Meßbereich bis mindestens 300 °C.

Bei Verwendung eines Temperaturschreibers soll die Temperatur auf 2 grd und die Zeit auf 15 Sekunden ablesbar sein.

Feinwaage

Stoppuhr

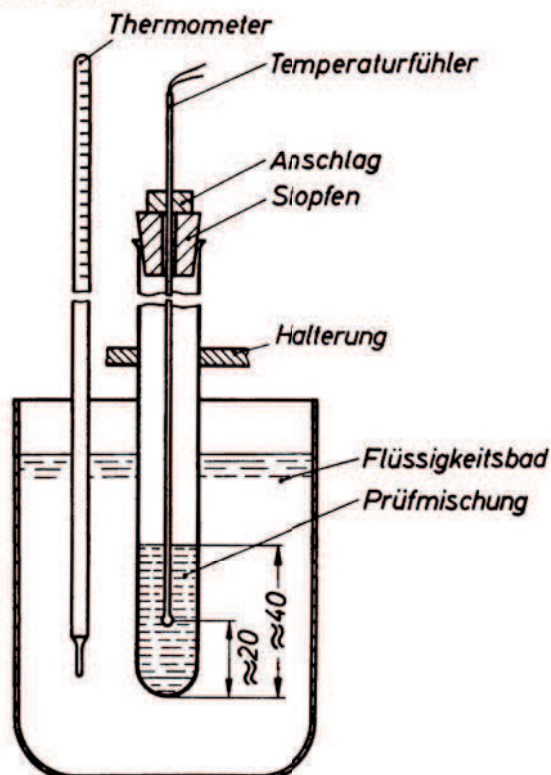
Durchführung:

Die Vorbereitung der Komponenten und die Herstellung der Prüfmischung wird nach DIN 16 945 Blatt 1 (Ausgabe Mai 1968), Abschnitt 6.3 durchgeführt.

Unmittelbar nach dem Herstellen wird die Prüfmischung in das Reagenzglas gefüllt und der Temperaturfühler eingeführt. Der Temperaturfühler muß in seiner Lage fixiert bleiben (siehe Bild).

Die Prüfanordnung wird in das auf Prüftemperatur befindliche Ölbad eingebracht und gleichzeitig die Stoppuhr gestartet. Es ist darauf zu achten, daß sich die Oberfläche des

Tränkhärzes unterhalb der Oberfläche der Badflüssigkeit befindet. Zunächst in Abständen von 60 Sekunden, im weiteren Verlauf der Messung je nach Steilheit des Temperaturanstieges in kürzeren Zeitabständen, wird die ermittelte Temperatur registriert.



Prüfanordnung zur Bestimmung des Reaktionsverlaufes

Der Hersteller der Tränkhärzmasse muß eine oder mehrere Temperaturen als Prüftemperatur empfehlen. Die Temperatur der Probe wird als Funktion der Zeit graphisch dargestellt. Aus der Kurve wird die Höchsttemperatur und die Zeitdauer vom Versuchsbeginn bis zum Erreichen der Höchsttemperatur als Reaktionszeit entnommen.

Es sind zwei Versuche durchzuführen. Beträgt die Differenz der hierbei gefundenen Höchsttemperaturen mehr als 10 Grad und/oder weichen die ermittelten Reaktionszeiten um mehr als 10 %, bezogen auf den niedrigeren Einzelwert ab, so sind die Messungen zu wiederholen.

Auswertung:

Höchsttemperatur in °C und Reaktionszeit in Minuten sind als Mittelwerte aus den beiden Einzelwerten zu berechnen.

5.5. Isothermer Viskositätsverlauf

Es soll festgestellt werden, nach welcher Zeit bei gegebener Temperatur die Tränkhärzmasse eine angemessen erscheinende Viskositätsgrenze erreicht. Aufgrund dieses Wertes können Schlüsse über die Reaktivität und für die Verarbeitung gezogen werden. Die Prüfung wird nach DIN 16 945 Blatt 1 durchgeführt. Sie ist jedoch nicht für alle Tränkhärzmassen anwendbar. Um festzustellen, wie schnell die Mischung reagiert, wird vom Ausgangswert der Messung an der Verlauf der Viskosität bei konstanter Temperatur bis zum Erreichen einer bestimmten Viskositätsgrenze bestimmt.

Anmerkung: Die zu wählende Prüftemperatur und Viskositätsgrenze hängt von dem vorliegenden Mischungssystem ab und richtet sich nach dem Verwendungszweck der Tränkhärzmasse in elektrischen Betriebsmitteln. Empfohlen werden die in DIN 16 945 Blatt 1 (Ausgabe Mai 1968), Abschnitt 6.1 angegebenen Viskositätsgrenzen.

Im Prüfbericht ist die Viskosität in Abhängigkeit von der Zeitdauer unter Angabe der Prüftemperatur graphisch darzustellen.

5.6. Einwirken auf Lackdrähte

Die Prüfung dient zur Feststellung, wie die Tränkhärzmasse die Lackisolierung von Lackdrähten angreift.

Die Prüfung wird nach DIN 46 453 Blatt 1 (Ausgabe Oktober 1966), Abschnitt 5.4.1 durchgeführt mit einer Prüftemperatur, die gleich der nach Abschnitt 5.3 gewählten Gelierzeit-Temperatur ist, und einer Einwirkungsdauer, die um 10 % kürzer ist als die Gelierzeit, jedoch nicht länger als (30 ± 2) Minuten.

Im Prüfbericht sind die Härte der Lackisolierung, d. h. die Härtegrade der Bleistiftminen, vor und nach dem Einwirken der Tränkhärzmasse sowie die Lackbasis des Drahtlackes anzugeben.

6. Prüfung von Tränkhärzformstoffen (Tränkhärz-Körpern)²⁾

6.1. Herstellen der Probekörper

Das Herstellen von Probekörpern für die Prüfung von Tränkhärzformstoffen ist schwieriger und mehr von der praktischen Erfahrung abhängig als z. B. bei den Tränklacken. Es dürfen nur einwandfreie Probekörper für die Prüfungen verwendet werden.

Probekörper mit offensichtlichen Verlaufsstörungen, schlechter Benetzung, Poren usw. müssen ausgeschieden werden. Für alle nach Abschnitt 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.4, 6.5 und 6.12 herzustellenden Probekörper hat der Hersteller eine einheitliche Härtungstemperatur und Härtingszeit (gegebenenfalls Härtingsprogramm) anzugeben. Für Probekörper C (siehe Abschnitt 6.1.3) sowie gegebenenfalls für die Wännchenprobe (siehe Abschnitt 6.3) ist eine Vorhärtung zulässig. Die Vorhärtung, die auch nach einem Programm vorgenommen werden darf, muß bei einer oder mehreren Temperaturen erfolgen, die um mindestens 20 Grad niedriger liegen, als die vom Hersteller einheitlich anzugebenden Härtingsbedingungen.

6.1.1. Probekörper A (mit Träger aus Glasseidengewebe)

Probekörper A 1 benötigt man für die Prüfungen nach Abschnitt 6.6, 6.10, 6.11 und 6.12.3. Zum Herstellen von Probekörpern A 1 wird alkalifreies, entschlichtetes Glasseidengewebe mit folgender Beschaffenheit verwendet:

Flächengewicht: etwa 55 g/m²

Dicke: 0,05 bis 0,07 mm

Fadendichte: Kette 24/cm, Schuß 24/cm

Faden: für Kette und Schuß Glasseidenzwirn ES 5-5/6 tex x 2, alkalifrei ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} < 0,8 \%$)

Entschlichtung: thermisch entschlichtet auf einen Restschlichte-gehalt von höchstens 0,2 %

Für das Herstellen der Probekörper werden Stücke 150 mm x 150 mm aus Glasseidengewebe verwendet. Die eine Stunde lang bei 110 °C getrockneten und 2 Stunden lang im Exsikkator konditionierten Stücke werden in einer Schale vorsichtig (Luftblasen vermeiden!) mit Tränkhärzmasse übergossen. Damit das Glasseidengewebe beim Tauchen einen Halt hat und sicher aufgehängt werden kann, kann man eine Kante mit Aluminium-Folie oder Preßspan verstärken.

Man läßt das Glasseidengewebe 5 Minuten lang (bei sehr reaktiven Tränkhärzen kürzere Zeit) in der Tränkhärzmasse liegen und bewegt es von Zeit zu Zeit, um möglichst alle Stellen mit Tränkhärzmasse zu benetzen. Dann läßt man überschüssige Tränkhärzmasse 10 Minuten lang abtropfen und bringt die getränkten Glasseidengewebe in den auf Härtungstemperatur befindlichen Wärmeschrank. Die Dicke soll 0,13 mm nicht überschreiten und wird mit einer Bügelmeßschraube (z. B. nach DIN 863) von 5 mm Meßflächen-Durchmesser an mindestens 3 Stellen gemessen. Für die Prüfungen nach Abschnitt 6.10 und 6.11 bleibt die Aluminium- oder Preßspan-Verstärkung am Probekörper.

Probekörper A 2 ist für die Bestimmung des Gewichtsverlusts nach Abschnitt 6.12.2 erforderlich. Bei dieser Prüfung muß die Dicke des Probekörpers stets 0,08 mm $\pm$ 0,01 mm betragen.