



Åldringsprov på isolermatta Stepisol

1. Produkt

Stomljudsisolerande matta av polyeterskumplast beskriven i Svenskt Patent nr 8300276-6, med handelsnamnet Stepisol.

2. Metodik

Åldring av organiska material sker snabbare vid förhöjd temperatur. Detta utnyttjas för att accelerera åldringsprocessen och därmed begränsa provtiden vid laboratorieprovning.

Följande samband mellan tid, temperatur och degradering utnyttjas, baserat på Arrhenius formel:

$$r = A e^{-\frac{\phi}{kT}} \quad (1)$$

där r = reaktionshastighet

A = konstant (materialberoende), benämns ibland frekvensfaktorn

ϕ = aktiveringsenergi (materialberoende)

k = Boltzmanns konstant

T = temperatur i grader Kelvin

Om ϕ anges i eV per molekyl (1 eV per molekyl = $9.648 \cdot 10^4$ J/mol) skall k anges i eV/K. k är lika med $1.381 \cdot 10^{-23}$ J/K = $0.8617 \cdot 10^{-4}$ eV/K.

DNV INGEMANSSON AB. Ett företag i VERITAS-gruppen.

GÖTEBORG.

Gulbergs Strandgata 6,
Box 278, 401 24 Göteborg.
Tel. 031-8037 00.
Telex 21740 Ingac S
Telefax 031-15 66 22.

STOCKHOLM

Instrumentvägen 31,
Box 43215,
100 72 Stockholm.
Tel. 08-744 57 80.
Telefax 08-18 26 78.

MALMÖ

ABC-Husen
John Ericssons väg,
217 61 Malmö
Tel. 040-710 35.
Telefax 040-91 47 70.

ÖRNSKÖLDSVIK

Nygatan 17,
891 33 Örnköping.
Tel. 0660-621 75.
Telefax 0660-834 11.

JÖNKÖPING

Box 6016,
550 06 Jönköping.
Tel. 036-14 24 60.
Telefax 036-14 06 80.

UMEÅ

V. Esplanaden 2,
902 48 Umeå.
Tel. 090-13 70 70.
Telefax 090-13 09 24.

GÄVLE

Box 11064,
800 11 Gävle.
Tel. 026-10 29 29.

Om materialet normalt utsätts för temperaturen T_1 och provning sker vid den högre temperaturen T_2 erhålls accelerationsfaktorn K ur (1) som

$$K = \frac{r_2}{r_1} = \frac{A e^{-\frac{\phi}{kT_2}}}{A e^{-\frac{\phi}{kT_1}}} = e^{\frac{\phi}{k} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]} \quad (2)$$

Den provning som utförs syftar till att dels bestämma aktiveringsenergin ϕ , dels åldra materialet tillräckligt länge vid den förhöjda temperaturen för att detta skall motsvara den livslängd man önskar verifiera.

Metoden beskrivs i en rad standardverk och tillämpas bl a på isolationsmaterial enligt exempelvis IEC Publication 505 "Guide for the Evaluation and Identification of Insulation Systems of Electrical Equipment".

3. Mätmetod

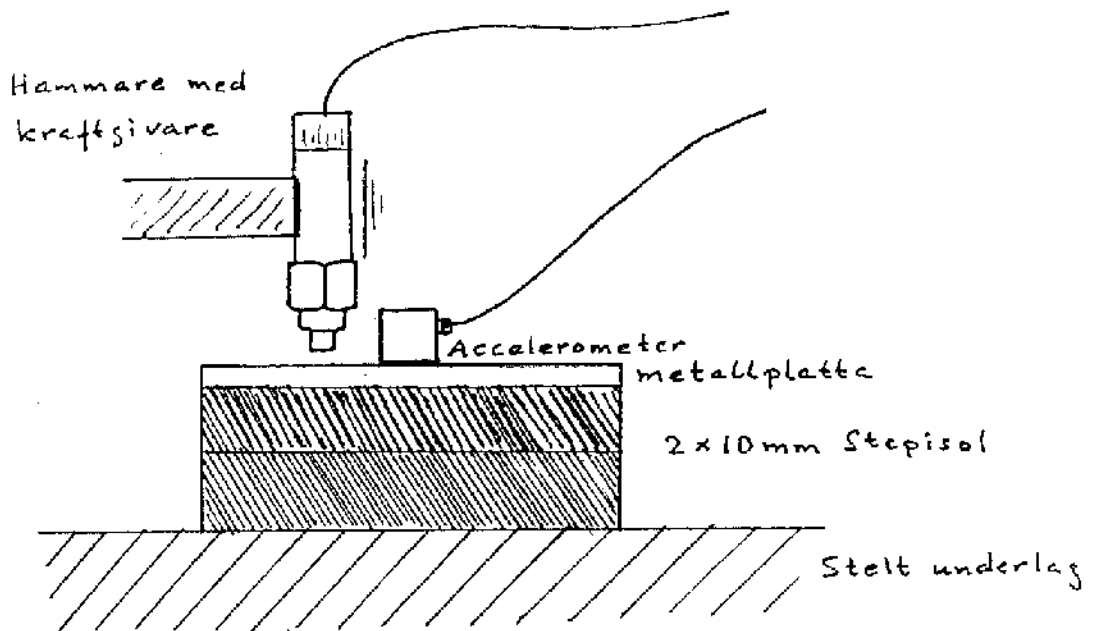
Av primärt intresse är hur Stepisolens fjädringsegenskaper påverkas av åldring. Fjädringsegenskaperna mättes med följande metod.

Stepisolen placerades enligt figur 1 som fjäder i ett mass-fjädersystem på ett fast underlag (fixed-base). Systemet exciterades med slag från hammare och inertanskurvan, dvs plattans accelerationsrespons till exciteringskraften som funktion av frekvens, togs upp via FFT-analysator, se exempel i diagram 1. Resonansfrekvensen avlästes och noterades.

Mätningarna utfördes av Ingemansson Anatrol AB i Göteborg.

För att bestämma aktiveringsenergin ϕ användes färgförändringarna hos materialet efter olika åldringstider vid olika temperaturer.

Figur 1



4. Provning

Temperaturåldringen genomfördes i temperaturkammare av fabrikat Karl Weiss med uppvärmning i enlighet med IEC Publication 68-2-2 Dry Heat, Method Ba för icke värmeavgivande provföremål.

Följande provserie genomfördes:

1. Mätning enligt punkt 3 ovan av fjädringsegenskaper hos 12 provbitar (nr 01-12)
2. Inplacering av samtliga 12 provbitar i provkammaren

3. Uppvärmning av kammaren till $+100^{\circ}\text{C}$
4. Efter 3 dygn: Uttag av provbit nr 01-03 och mätning av fjädringsegenskaper enligt ovan. Resterande provbitar kvar i kammaren för fortsatt åldring.
5. Efter 7 dygn: Uttag av provbit nr 04-06 och mätning av fjädringsegenskaper.
6. Efter 15 dygn: Uttag av provbit nr 7-9 och mätning av fjädringsegenskaper.
7. Efter 30 dygn: Uttag av provbit nr 10-12 och mätning av fjädringsegenskaper.

Proceduren upprepades med 12 andra provbitar som utsatts för $+120^{\circ}\text{C}$ med mätningar efter 1 dygn, 3 dygn, 7 dygn och 15 dygn.

5. Resultat

5.1 Bestämning av aktiveringsenergin

Aktiveringsenergin bestämdes genom att jämföra provbitar provade vid 100°C resp. 120°C med avseende på färgförändringar. Därvid antogs att lika färgförändring innebar lika åldring. Färgförändringarna har dokumenterats genom okulära färgjämförelser av provföremålen efter provningen.

Provföremålen har dessutom noggrannt färgfotograferats och fotografierna arkiverats. Genom färgjämförelser fastställdes att:

- a. 3 dygn vid $+100^{\circ}\text{C}$ gav samma åldringseffekt som 1 dygn vid $+120^{\circ}\text{C}$

- b. 15 dygn vid +100°C gav något mindre åldringseffekt än 3 dygn vid +120°C
- c. 30 dygn vid +100°C gav något större åldringseffekt än 3 dygn vid +120°C.

Om dessa resultat sätts in i (2) ovan erhålls:

$$a. \quad 3 = e^{\frac{\phi}{k}} \left[\frac{1}{373} - \frac{1}{393} \right] \rightarrow \phi = 0.694 \text{ eV}$$

$$b. \quad 10 > e^{\frac{\phi}{k}} \left[\frac{1}{373} - \frac{1}{393} \right] > 5 \rightarrow 1.455 \text{ eV} > \phi > 1.017 \text{ eV}$$

5.2 Bestämning av accelerationsfaktor

Stepisol placeras normalt i golv och väggar inomhus.

Medeltemperaturen kan antas vara ca +20°C. Accelerationsfaktorn K mellan de prov som utförs och normal användning blir då enligt (2):

Prov vid +100°C

$$K = e^{\frac{\phi}{k}} \left[\frac{1}{293} - \frac{1}{373} \right]$$

vilket innebär K = 363 för $\phi = 0.694 \text{ eV}$

K = 5767 för $\phi = 1.017 \text{ eV}$

Prov vid +120°C

$$K = e^{\frac{\phi}{k}} \left[\frac{1}{293} - \frac{1}{393} \right]$$

vilket innebär K = 1200 för $\phi = 0.694 \text{ eV}$

K = 28269 för $\phi = 1.017 \text{ eV}$

5.3 Fjädringsegenskaper efter åldring

Tabell 1 visar egenfrekvensen hos i figur 1 visade mass-fjädersystem före och efter åldring för samtliga provobjekt, utsatta för åldring vid +100°C. Tabell 2 visar motsvarande för samtliga provobjekt utsatta för åldring vid +120°C.

Samtliga provobjekt klarade således åldringen utan att deras fjädringsförmåga och därmed deras funktion som fjäderelement i ett flytande golv nedsattes. Som framgår blir materialet snarast något mjukare efter åldring.

Enligt 5.2 är det mest försiktiga antagandet för accelerationsfaktorn vid provningen med +100°C: $K= 363$, vid provning med +120°C: $K= 1.200$. Detta innebär att de längsta proven motsvarar

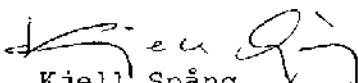
$$363 \cdot 30 \text{ dygn} = 30 \text{ år för prov 30 dygn vid } +100^{\circ}\text{C}$$
$$1200 \cdot 15 \text{ dygn} = 50 \text{ år för prov 15 dygn vid } +120^{\circ}\text{C}$$

6. Slutsats

Provningen visar klart att Stepisolmaterialets fjädringsegenskaper ej nedsätts efter lång tids åldring i normala eller kallare än normala applikationer.

Göteborg den 8 september 1989

DNV INGEMANSSON AB


Kjell Spång

Tabell 1. Resultat av åldring vid +100 C

Provobjekt nr	Åldringstid, dgr	Resonansfrekvens, Hz		Diff
		Före åldr	Efter åldr	
01	3	39.5	39.2	-0.3
02	3	37.0	39.5	2.5
03	3	44.2	41	-3.2
medelv		40.2	39.9	-0.3
04	7	45.0	41	-4.0
05	7	44.5	41	-3.5
06	7	44.0	40.8	-3.2
medelv		44.5	40.9	-3.6
07	15	44.0	41.8	-2.2
08	15	43.8	40.3	-3.5
09	15	43.8	40.8	-3.0
medelv		43.9	41.0	-2.9
10	30	41.0	39	-2.0
11	30	40.8	37.3	-3.5
12	30	42.5	37.5	-5.0
medelv		41.4	37.9	-3.5

Tabell 2. Resultat av åldring vid +120 C

Provobjekt nr	Åldringstid, dgr	Resonansfrekvens, Hz		Diff
		Före åldr	Efter åldr	
01	1	42.8	39	-3.8
02	1	43.5	37	-6.5
03	1	44.5	38.3	-6.2
medelv		43.6	38.1	-5.5
04	3	42.5	40	-2.5
05	3	39.5	43.5	4.0
06	3	39.0	41	2.0
medelv		40.3	41.5	1.2
07	7	43.0	40.8	-2.2
08	7	42.5	37.8	-4.7
09	7	44.5	41.5	-3.0
medelv		43.3	40.0	-3.3
10	15	40.8	38.3	-2.5
11	15	47.0	42.5	-4.5
12	15	43.5	39.8	-3.7
medelv		43.8	40.2	-3.6

Diagram 1

