

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

Tutkintotyö

Panu Ekonen

**UUSIEN TERMOPLASTISIEN ELASTOMEERIEN ETSIMINEN JA
KOKOAMINEN MATERIAALITIEPANKIN POHJAKSI
(Julkinen osa)**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2008

DI Esa Väliäho
Oy Mar-Con Polymers Ltd, valvojana insinööri Paula Antila

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikka

Ekonen, Panu

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Huhtikuu 2008

Hakusanat

Uusien termoplastisien elastomeerien etsiminen ja kokoaminen materiaalitietopankin pohjaksi

30 sivua

DI Esa Väliaho

Oy Mar-Con Polymers Ltd, valvojana insinööri Paula Antila

TPE, TPV, TPU

TIIVISTELMÄ

Termoplastiset elastomeerit ovat nykyaikaa ja ne ovatkin jo melko yleisiä maailmanlaajuisesti. Mar-Con:n tavoitteena on siirtyä tuotannossaan entistä enemmän kumituotteista termoplastisiin elastomeereihin. Tämä trendi on ollut jo pidemmän aikaa nähtävissä heidän strategiassaan.

Oman haasteensa raaka-aineen valinnassa aiheuttavat kuitenkin EU-lainsäädäntö ja asiakkaiden omat vaatimukset. Tällöin on varmistettava, että tuote varmasti täyttää sille annetut kriteerit lain puitteissa, jolloin on syytä seurata mahdollisia lainsäädännön muutoksia, sekä pysyttävä ajan tasalla asiakkaiden vaatimusten suhteen.

Työn pääasiallisena tarkoituksena oli etsiä raaka-ainetoimittajien termoplastisia elastomeereja, jotka saattaisivat kiinnostaa Mar-Con:a. Tarkastelussa olivat lähinnä sellaiset yritykset, jotka eivät tällä hetkellä, toimita raaka-aineita Mar-Con:lle. Tutkiminen suoritettiin yritysten internet-sivustoilta ja kyselyitä suoritettiin sähköpostin välityksellä.

Työssä keskityttiin lähinnä termoplastisiin vulkanisaatteihin ja termoplastisiin polyuretaanielastomeereihin, jotka ovat molemmat oma luokkansa termoplastisissa elastomeereissa. Suurin mielenkiinto oli kuitenkin termoplastisissa vulkanisaateissa, koska se vaikutti käyttökelpoisimmalta materiaalilta Mar-Con:n kannalta.

Työssä annettiin kuvaukset termoplastisten elastomeerien yleisimpien ominaisuuksien standardeista, joita ovat kovuus, tiheys, vetolujuus, murtovenymä, jäännöspuristuma ja repimisljuus. Kuvaukset annettiin myös palonkesto- ja öljynkesto-standardeista, joiden pohjalta uutuuksia etsittiin.

Uusia termoplastisia elastomeereja löytyi kohtalaisen paljon eri valmistajilta ja tämän työn tietojen perusteella Mar-Con:n on tarkoitus tehdä materiaalitietopankki, josta olisi mahdollisuus löytää uusia markkinoitavia tuotteita, tai mahdollisesti uusia vaihtoehtoja jo olemassa oleville tuotteille.

TAMPERE POLYTECHNIC

Chemical Engineering

Ekonen, Panu

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning company

April 2008

Keywords

Search of new thermoplastic elastomers in order to create a material database

30 sivua

DI Esa Väliäho

Oy Mar-Con Polymers Ltd, valvojana insinööri Paula Antila

TPE, TPV, TPU

ABSTRACT

Thermoplastic elastomers are becoming more common worldwide due to their versatile attributes. Mar-Con is aiming in their strategy to increase the amount of thermoplastic elastomers in production compared to rubber.

It is challenging to choose raw-materials for production because of the demands from customers and changes in legislation. It is very important to stay alert in these matters in order to react quickly if changes occur.

The purpose of this work was to find new interesting thermoplastic elastomers. The search was conducted mainly from companies that aren't delivering raw-materials to Mar-Con at this point. Thermoplastic elastomers were searched from the websites of companies and inquiries were made through e-mail.

The main focus was on thermoplastic vulcanizate material because it seemed to be the most interesting and useful material for Mar-Con. Thermoplastic polyurethane elastomer was another potential material with good attributes. Both thermoplastic vulcanizates and thermoplastic polyurethane elastomers are a specific class of thermoplastic elastomers.

Descriptions were given from the most common standards of thermoplastic elastomer features which are hardness, density, tensile strength, elongation at break, compression set and tear strength. Descriptions were also given out from standards concerning flame and oil resistance.

New thermoplastic elastomers were found quite a lot from different manufacturers during this work and Mar-Con is planning to develop a material database from the results of this work. From that database they would have the possibility to find new materials into their production line or alternatives to the already existing ones.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO.....	4
MÄÄRITELMÄT	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn kuvaus	6
1.2 Yrityksen esittely	6
1.3 Lainsäädäntö ja asiakkaiden vaatimukset	7
2 STANDARDIT	8
2.1 ASTM D2240 kovuus /1/	8
2.2 ASTM D792 tiheys ja ominaispaino /2/	9
2.3 ASTM D412 vetolujuus ja murtovenymä /3/.....	10
2.4 ASTM D395 jäännöspuristuma /4/	11
2.5 ASTM D624 repimislujuus /5/.....	12
2.6 UL 94 liekinkesto /6/	14
2.7 UL 157 tiivisteiden öljynkesto /7/.....	18
3 TERMOPLASTISET ELASTOMEERIT	20
3.1 Termoplastiset vulkanisaatit (TPV)	20
3.2 Termoplastiset polyuretaanit (TPU).....	20
3.3 TPE-uutuuksia ja -sovelluksia	20
3.3.1 TPU-materiaalit.....	20
3.3.2 TPV-materiaalit valmistajittain.....	20
3.3.3 Muut TPE-materiaalit	21
4 YHTEENVETO	21
LÄHDELUETTELO	22

MÄÄRITELMÄT

Alifaattinen: Orgaaninen yhdiste, joka ei ole aromaattinen.

Aromaattinen: Rengasrakenteinen kemiallinen yhdiste, jonka elektronit ovat delokalisoituneet koko renkaan alueelle.

Dipoli-dipolisidos: Molekyylien välinen kemiallinen sidos, jossa on pysyviä dipolien aiheuttamia vetovoimia.

Hydrolyysi: Kemiallinen reaktio, jossa yhdiste hajoaa vettä lisättäessä takaisin lähtöaineikseen.

Kovalenttinen: Kemiallinen sidos, jossa atomit jakavat elektroneja keskenään tasaisesti.

Vetyidos: Dipoli-dipolisidos vetyatomin ja happi-, typpi- tai fluoriatomin välillä.

1 JOHDANTO

1.1 Työn kuvaus

Tutkimuksen kohteena olivat termoplastiset elastomeerit (TPE:t) ja tarkoituksena oli löytää uusia markkinoitavia tuotteita tältä alalta, sekä antaa valmiudet työn teettäjälle koostaa materiaalitietopankki. TPE:ja käytetään entistä useammin huomattavien rahansäästöjen vuoksi, koska niitä on mahdollista tuottaa muovinvalmistuskoneiden avulla. Tavallisen kumin joutuessa käymään vulkanoinnin vaiheet valun tai ekstruusion aikana, sitä ei ole mahdollista valmistaa tavanomaisilla, termoplasteille suunnitelluilla, laitteilla. TPE:lla päästään lyhyisiin valmistusaikoihin, koska sitä ei tarvitse lainkaan vulkanoida. TPE on helposti kierrätettävissä, jolloin rahallisten säästöjen lisäksi se on myös ympäristöystävällistä.

Tutkimus suoritettiin TPE:a valmistavien yritysten internet-sivustoilta ja suurimmilla yrityksillä onkin kattavat sivustot, joista raaka-aineiden etsiminen oli helppoa. Pienemmillä yrityksillä puolestaan oli hieman suppeampia sivustoja, jolloin tiedonkeruu hankaloitui. Lähetin raaka-aineista myös sähköpostikyselyjä, joihin vastauksia tuli vain vähän, mutta se ei lopulta häirinnyt työntekoani.

1.2 Yrityksen esittely

Oy Mar-Con Polymers Ltd on keskisuuri pk-yritys, joka valmistaa pääosin elektroniikka- ja sähköteollisuudelle suunnattuja tiivisteratkaisuja. Yritys on omalla tuotekehityksellään onnistunut luomaan multilaippatuotesarjan, jonka tuotanto on kovassa kasvussa. Suurin osa tuotannosta menee suuryritysten, kuten Nokia Oy:n kautta ulkomaan vientiin.

Yritys on rekisteröity kaupparekisteriin vuonna 1985 ja 30.6.2006 se vaihtoi omistajaa, kun Trelleborg AB hankki omistukseensa yhtiön koko osakekannan. Yrityksessä työskentelee noin 120 työntekijää ja vuonna 2007 heidän liikevaihtonsa oli noin 15,27 M€

Mar-Con on käynnistänyt systemaattisen kehitystyön, jonka tarkoituksena on korvata perinteisiä kumilaatuja termoplastisilla elastomeereilla. Tämä työ on tuottanut myös hyviä tuloksia, jonka johdosta TPE-materiaalien tuotantokapasiteetti on kasvanut huomattavasti. Materiaalien kehitystyö on tehty pääasiassa itse, mutta sitä on myös verkostettu ulkomaisten materiaalitoimittajien, laitevalmistajien ja tutkimuslaitosten kanssa. Uudet materiaalit ja laitteet kehittyvät maailmalla nopeasti ja onkin tärkeää pystyä seuraamaan kehitystä ja tarvittaessa myös itse räätälöimään materiaaleja, jotta yrityksellä on kilpailukykyisin teknologia hallussaan.

Mar-Con Oy:llä on strategiassaan tavoitteena kasvattaa Tele-Läpivienti- ja LVI-sektoreitaan, joihin tämänkin työn tekeminen perustuu. Tarkoituksena heillä on kasvattaa näiden kahden ydinosaamisalueen tietämystään ja löytää mahdollisia uusia tai korvaavia tuotteita.

1.3 Lainsäädäntö ja asiakkaiden vaatimukset

Joissain tapauksissa lainsäädännön muuttuminen tai uusien lakien syntyminen aiheuttaa ongelmia raaka-aineiden valinnassa. Mikäli raaka-ainetta joudutaan tällöin vaihtamaan, olisi hyvä olla jo valmiita korvaavia tuotteita, jolloin suuremmilta ongelmilta vältyttäisiin. EU:n myötä myös lait ovat lisääntyneet ja niiden muutoksia on seurattava tarkasti, jotta ennaltaehkäisevää toimintaa on mahdollista suorittaa.

Ongelmia raaka-aineiden valinnassa aiheuttavat myös asiakkaiden omat vaatimukset. Heillä saattaa olla lista aineista, jotka heidän tuotteissaan ovat kiellettyjä, jolloin raaka-aine-vaihtoehtojen määrä laskee. Esimerkiksi Nokia Oy

on erittäin tarkka tuotteissaan olevista materiaaleista ja heidän kiellettyjen aineiden listansa päivittyä aika-ajoin, joten sitä on seurattava ja varmistettava, että myytävä tuote ei vahingossakaan sisällä näitä aineita.

2 STANDARDIT

Termoplastisten elastomeerien ominaisuuksien testausmenetelmille on olemassa useitakin eri standardeja. Seuraavassa on selitetty yleisimpien ominaisuuksien (kovuus, tiheys, vetolujuus, murtovenymä, jäännöspuristuma, repimislujuus) American Society for Testing and materials:n (ASTM) luokittelemat standardit ja Underwriters Laboratories:n (UL) luokittelemat öljyn- ja liekinkeston standardit. Standardit on selitetty yleisellä tasolla, koska varsinaisia virallisia tietoja ei ollut mahdollista nähdä ilmaiseksi.

2.1 ASTM D2240 kovuus /1/

ASTM D2240 -kovuustestiä käytetään selvittämään pehmeiden materiaalien suhteellista kovuutta. Testi mittaa määrätyn ilmaisijan painauman materiaaliin, tiettyä voimaa käytettäessä. Testiä käytetään selvittämään ja tarkentamaan termoplastisten elastomeerien kovuuksia, tai laaduntarkkailun välineenä, kun on kyseessä suuri määrä materiaalia.

Näyte asetetaan ensin kovalle suoralle pinnalle, jonka jälkeen kovuusmittarin (kuva 1) ilmaisija painetaan näytteeseen varmistaen, että se on kohtisuorassa pinnan kanssa. Kovuus luetaan useimmiten sekunnin kuluessa siitä, kun ilmaisija on kosketuksissa mitattavan materiaalin kanssa.



Kuva 1 Kovuusmittari

Näytepala on yleensä 6,4 mm paksu. On myös mahdollista pinota useita näytekappaleita päällekkäin, jotta saavutettaisiin määrätty paksuus, mutta yhtä näytepalaa pidetään suosituksena. Shore A - ja Shore D -asteikot ovat yleisimpiä kovuuden luokittelussa, joista Shore A -asteikko on pehmeämmille ja Shore D -asteikko kovemmmille materiaaleille.

2.2 ASTM D792 tiheys ja ominaispaino /2/

Tiheys on materiaalin massa tilavuusyksikköä kohti. Ominaispaino on määrättyssä tilavuudessa ja lämpötilassa olevan materiaalin massan suhde samassa tilavuudessa ja lämpötilassa olevan tislattun veden massaan. Tiheys ja ominaispaino ovat erityisen tärkeitä, koska materiaalit myydään massan mukaan ja alhaisempi tiheys tai ominaispaino tarkoittaa suurempaa materiaalmäärää samalla hinnalla.

Testausmenetelmiä on kaksi. Metodi A ja metodi B. Yleisempi näistä on metodi A, jossa voidaan käyttää levyjä, tankoja, sylintereitä, valettuja kappaleita ja

oikeastaan mitä tahansa sopivia muotoja. Tässä metodissa kappale punnitaan ilmassa (kuva 2), sekä myös täysin upotettuna (kuva 3) 23 °C:een tislattuun veteen, käyttäen mahdollisesti apuna upotinta ja rautalankaa, jotta kappale on varmasti veden alla. Tämän jälkeen pystytään laskemaan ominaispaino yhtälön (1) ja tiheys yhtälön (2) mukaan.

$$\text{ominaispaino} = a/[(a + w)-b] \quad (1)$$

jossa a on näytteen massa ilmassa, b on näytteen ja upottimen (jos käytössä) massa vedessä ja w on veden alla olevan upottimen (jos käytössä) ja osittain veden alla olevan rautalangan massa.

$$\rho = (\text{ominaispaino}) \times (997.6 \text{ kg/m}) \quad (2)$$

jossa ρ on tiheys.



Kuva 2 Vaaka



Kuva 3 Kappale upotettuna tislattuun veteen

Koska tiheys ilmoitetaan termoplastisten elastomeerien ominaisuuksissa yleensä yksikössä g/cm, tiheydellä ja ominaispainolla ei tällöin ole suurta eroa.

2.3 ASTM D412 vetolujuus ja murtovenymä /3/

Tämä standardi käsittää laajan valikoiman veto-ominaisuuksia kumeille ja elastomeerisille materiaaleille. Testit voidaan suorittaa joko käsipainon (kuva 4) muotoisilla, suorilla tai renkaan muotoisilla näytteillä.

Metodi A suoritetaan yleensä käsipainon muotoisilla näytteillä (tyypit A-F) ja metodi B renkaan muotoisilla näytteillä (tyypit 1-2). Eniten käytetty tyyppi metodi A:sta on C-muoto.



Kuva 4 Käsipainon muotoisen kappaleen vetotesti

Vetolujuus on kohta, jossa näyte antaa periksi, kun sitä vedetään päistään erilleen ja sen yksikkönä käytetään MPa. Murtovenymä on näytteen venymismatka prosentteina alkuperäiseen pituuteen verrattuna murtumisen hetkellä.

2.4 ASTM D395 jäännöspuristuma /4/

Jäännöspuristuma ilmoittaa pysyvän muutoksen arvon, kun materiaalia altistetaan puristusvoimalle tietyn aikaa. Jäännöspuristuma ilmoitetaan prosentteina alkuperäisestä paksuudesta metodissa A (vakiovoima) ja poikkeamasta metodissa B (vakiopoikkeama).

Metodi A

Jatkuva puristus painaa näytettä 1,8 kN:n voimalla tietyn aikaa tietyssä lämpötilassa. Jäännöspuristuma-arvo otetaan prosentteina (yhtälö 3) alkuperäisestä paksuudesta, kun näyte on saanut palautua 30 minuuttia.

$$C_A = [(t_o - t_i) / t_o] * 100 \quad (3)$$

jossa t_o on näytteen paksuus ennen testiä, t_i on näytteen paksuus testin jälkeen ja C_A on jäännöspuristuma-arvo.

Metodi B

Näytettä puristetaan tasan 25 %:a paksuudestaan välikappaleiden avulla tietyn aikaa tietyssä lämpötilassa. Jäännöspuristuma-arvo otetaan prosentteina (yhtälö 4) alkuperäisestä poikkeamasta, kun näyte on saanut palautua 30 minuuttia.

$$C_B = [(t_o - t_i) / (t_o - t_n)] * 100 \quad (4)$$

jossa t_o on näytteen paksuus ennen puristusta, t_i on näytteen paksuus puristuksen jälkeen, t_n on välikappaleiden paksuus ja C_B on jäännöspuristuma-arvo.

Testikappaleet ovat sylinterin muotoisia kappaleita, jotka metodi A:ssa ovat halkaisijaltaan 29 mm ja paksuudeltaan 12,9 mm. Metodi B:ssä näytteet ovat, joko halkaisijaltaan 29 mm ja paksuudeltaan 12,9 mm, tai halkaisijaltaan 13 mm ja paksuudeltaan 6 mm.

2.5 ASTM D624 repimislujuus /5/

Repimislujuus on kappaleen repeämiseen vaadittu voima jaettuna kappaleen paksuudella. Tämä testi siis mittaa kappaleen vastustuskykyä repeämille ja sitä voidaan myös käyttää kuvaamaan materiaalin anisotropiaa, eli ominaisuuksien muutoksia eri suunnissa kappaletta. Testi suoritetaan vetämällä kappaletta vastakkaisiin suuntiin. Maksimivoimaa, jota tarvitaan repimään kappale, käytetään laskiessa repimislujuutta näytekappaleille A, B ja C. Voiman keskiarvoa käytetään laskiessa repimislujuus näytekappaleille T ja CP.

Kappaleille A, B ja C (kuva 5) tehdään halkeama keskelle, jonka jälkeen niitä vedetään pystysuunnassa erilleen (kuva 6) nopeudella 500 mm/min.



Kuva 5 Näytekappaleiden (A, B ja C) muoto

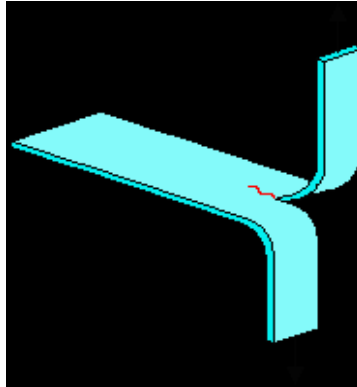


Kuva 6 Repimislujuustesti näytekappaleille A, B ja C

Näytekappaleet T ja CP ovat hieman erilaisia (kuva 7). T-kappaleella on keskellä halkio, josta sitä vedetään eri suuntiin ja repeäminen voi alkaa (kuva 8). CP-kappaleelle on pakotettu keskelle pieni heikkenemä, jota pitkin repeäminen lopulta tapahtuu. Näitä kappaleita vedetään erilleen nopeudella 50 mm/min.



Kuva 7 Näytekappaleiden (T ja CP) muoto



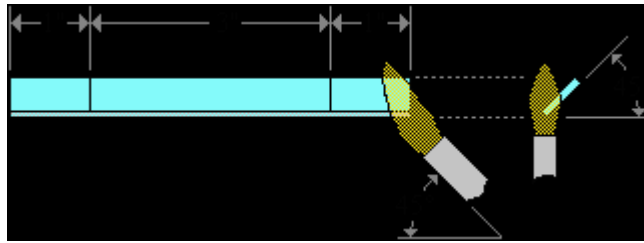
Kuva 8 Repimislujuustesti näytekappaleelle T

2.6 UL 94 liekinkesto /6/

UL 94 testi määrittää materiaalin taipumusta sammua tai levittää tulta, kun se on syttynyt. Testin perusteella aineet jaetaan eri luokkiin, joita on 12. Luokat jakautuvat vielä kolmeen ryhmään, jotka on tarkoitettu erityyppisille aineille. Ensimmäiseen ryhmään kuuluu esimerkiksi suluissa, eristeissä ja elektroniikkatuotteissa käytettyjä materiaaleja, jotka voivat saada arvoja 5VA, 5VB, V-0, V-1, V-2 tai HB. Toiseen ryhmään kuuluu aineita, joiden tiheys on pieni, kuten vaahtoja. Ne voivat saada arvoksi HF-1, HF-2 tai HBF. Kolmanteen kuuluvat erittäin ohuet kalvot, joiden arvoksi voi tulla VTM-0, VTM-1 tai VTM-2. Testien yksityiskohdat ovat niin erilaisia, että niitä ei voi verrata keskenään. Esimerkiksi V-0 ei ole verrattavissa VTM-0:aan, koska näytepalojen ero on liian suuri.

Vaakasuora testi (HB)

Näytettä pidetään vaakasuorassa asennossa ja käännetään 45° (kuva 9) pystysuoraan. Liekitetään toisesta päästä 30 sekuntia, tai kunnes näytettä on palanut tuuman verran. Jos näyte jatkaa palamista liekin poistamisen jälkeen, mitataan aika, jonka se palaa yhden ja neljän tuuman välisellä matkalla. Mikäli näyte ei pala neljän tuuman merkkiin asti, lasketaan syttymisestä kulunut aika ja mitataan palanut matka näytettä. Joka paksuudelle tutkitaan kolme näytepalaa.

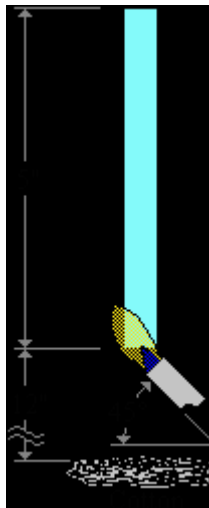


Kuva 9 Vaakasuoran testin alkuasetelma

Saadakseen HB-määritelmän näyte ei saa palaa 1,5 tuumaa minuutissa 0,12 – 0,5 tuuman paksuuksilla. Mikäli näyte on paksuudeltaan alle 0,12 tuumaa, se ei saa palaa yli kolmen tuuman minuuttinopeudella.

Pystysuora testi (V-0, V-1, V-2)

Näyte pidetään pystysuorassa ja liekki tuodaan alosaan (kuva 10) kymmeneksi sekunniksi, jonka jälkeen se poistetaan, kunnes palaminen loppuu ja koe tehdään toiseen kertaan. Kaksi viiden kappaleen erää testataan. Erät on säilytetty eri olosuhteissa.



Kuva 10 Pystysuoran testin (V-0, V-1, V-2) alkuasetelma

Jotta materiaali saa arvon V-0, se ei saa palaa kymmentä sekuntia kauempaa kummankaan liekityksen jälkeen. Jälkipalamisen määrä ei saa ylittää 50 sekuntia, kun kahden viiden erän tulokset on yhteenlaskettu. Näytteet eivät saa palaa tai hehkua pidikkeeseensä asti, eivätkä roiskia palavia osia, jotka

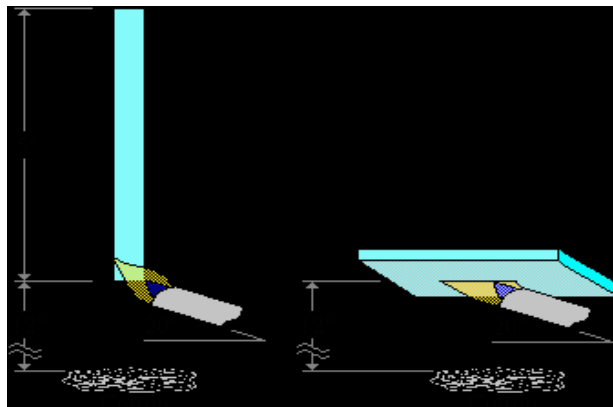
sytyttäisivät alla olevan pumpulin. Yksikään näyte ei saa hehkua 30 sekuntia kauempaa liekin poistamisen jälkeen.

Jotta materiaali saa arvon V-1, se ei saa palaa 30 sekuntia kauempaa kummankaan liekityksen jälkeen. Jälkipalamisen määrä ei saa ylittää 250 sekuntia, kun kahden viiden erän tulokset on yhteenlaskettu. Näytteet eivät saa palaa tai hehkua pidikkeeseensä asti, eivätkä roiskia palavia osia, jotka sytyttäisivät alla olevan pumpulin. Yksikään näyte ei saa hehkua 60 sekuntia kauempaa liekin poistamisen jälkeen.

Jotta materiaali saa arvon V-2, se ei saa palaa 30 sekuntia kauempaa kummankaan liekityksen jälkeen. Jälkipalamisen määrä ei saa ylittää 250 sekuntia, kun kahden viiden erän tulokset on yhteenlaskettu. Näytteet eivät saa palaa tai hehkua pidikkeeseensä asti, mutta saavat roiskia palavia osia, jotka sytyttävät alla olevan pumpulin. Yksikään näyte ei saa hehkua 60 sekuntia kauempaa liekin poistamisen jälkeen.

Pystysuora testi (5V, 5V-A, 5V-B)

Testi suoritetaan tangoilla ja levyillä. Tanko pidetään pystysuorassa ja liekki asetetaan 20° kulmaan yhden alakulman kohdalle (kuva 11). Liekki tuodaan viideksi sekunniksi ja poistetaan viideksi sekunniksi, toistaen tämä viisi kertaa. Levyille testi on muuten sama, mutta se asetetaan vaakasuoraan ja liekki on keskellä näytettä (kuva 11).



Kuva 11 Pystysuoran tangon ja levyn testin (5V, 5V-A, 5V-B) alkuasetelmat

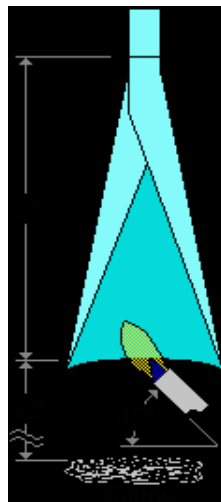
Jotta materiaali saa arvon 5V, se ei saa palaa tai hehkua 60 sekuntia kauempaa viiden liekityksen jälkeen. Näytteet eivät saa roiskia palavia osia, eivätkä tuhoutua liekin kohdalta.

Jotta materiaali saa arvon 5V-A, se ei saa palaa tai hehkua 60 sekuntia kauempaa viiden liekityksen jälkeen. Näytteet eivät saa roiskia palavia osia, jotka sytyttäisivät pumpulin, eivätkä muodostaa palamisreikää liekin kohdalta.

Jotta materiaali saa arvon 5V-B, se ei saa palaa tai hehkua 60 sekuntia kauempaa viiden liekityksen jälkeen. Näytteet eivät saa roiskia palavia osia, jotka sytyttäisivät pumpulin, mutta saavat muodostaa palamisreiän liekin kohdalta.

Ohuiden materiaalien pystysuora testi (VTM-0, VTM-1, VTM-2)

Tätä testiä käytetään materiaaleille, jotka ovat liian ohuita, vääntyvät, kutistuvat tai taipuvat tavallisessa pystysuorassa testissä. 8*2 tuuman kokoinen pala pyöräytetään pituussuunnassaan 0,5 tuuman kokoisen istukan ympärille ja liitetään toisesta päästä kiinni. Kun istukka poistetaan, näyte muodostaa kartion. Näyte tuetaan pystysuoraan asentoon ja sen alle tuodaan liekki (kuva 12), jota pidetään siellä kolme sekuntia ja otetaan pois. Kun näyte on sammunut, koe toistetaan. Kaksi viiden kappaleen erää testataan ja erät on säilytetty eri olosuhteissa.



Kuva 12 Ohuiden materiaalien (VTM-0, VTM-1, VTM-2) pystysuoran testin alkuasetelma

Jotta materiaali saa arvon VTM-0, näytteet eivät saa palaa kymmentä sekuntia kauempaa kummankaan liekityksen jälkeen. Kokonaispalamisaika ei saa ylittää 50 sekuntia, kun kummankin viiden kappaleen erät on yhteenlaskettu. Näytteet eivät saa palaa tai hehkua pidikkeeseensä asti, eivätkä pudottaa palavia roiskeita, jotka sytyttäisivät pumpulin. Yksikään näyte ei saa hehkua 30 sekuntia kauempaa, kun liekki on poistettu, eikä palaa tai hehkua viiden tuuman merkkiin asti.

Jotta materiaali saa arvon VTM-1, näytteet eivät saa palaa 30 sekuntia kauempaa kummankaan liekityksen jälkeen. Kokonaispalamisaika ei saa ylittää 250 sekuntia, kun kummankin viiden kappaleen erät on yhteenlaskettu. Näytteet eivät saa palaa tai hehkua pidikkeeseensä asti, eivätkä pudottaa palavia roiskeita, jotka sytyttäisivät pumpulin. Yksikään näyte ei saa hehkua 60 sekuntia kauempaa, kun liekki on poistettu, eikä palaa tai hehkua viiden tuuman merkkiin asti.

Jotta materiaali saa arvon VTM-2, näytteet eivät saa palaa 30 sekuntia kauempaa kummankaan liekityksen jälkeen. Kokonaispalamisaika ei saa ylittää 250 sekuntia, kun kummankin viiden kappaleen erät on yhteenlaskettu. Näytteet eivät saa palaa tai hehkua pidikkeeseensä asti, mutta saavat pudottaa palavia roiskeita, jotka sytyttävät pumpulin. Yksikään näyte ei saa hehkua 60 sekuntia kauempaa, kun liekki on poistettu, eikä palaa tai hehkua viiden tuuman merkkiin asti.

2.7 UL 157 tiivisteiden öljynkesto /7/

Tiivisteiden ominaisuuksille löytyy omia standardeja ja tässä on selitetty UL 157 -standardin öljynkesto-osuus, joka on siis vain yksi osa tätä kyseistä standardia. Mikäli materiaali täyttää kyseisen standardin ehdot, sitä voidaan käyttää dieselöljyn-, bensiinin- ja voiteluöljynkestoja vaativissa sovelluksissa.

Kyseinen standardi testaa pysyykö materiaalin ominaisuudet tarpeeksi hyvinä, mikäli se joutuu kosketuksiin öljyn kanssa.

Vetolujuuden ja venymän tutkimista varten leikataan tutkittavasta materiaalista kolme näytepalaa, jotka upotetaan IRM öljyyn nro. 903. Niiden tulee olla upoksissa öljyssä siten, että ne eivät koske toisiinsa tai öljysäiliön seiniin 70 tuntiin ($\pm 0,5$ tuntia) $23\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), ellei ole toisin määrätty. Tämän jälkeen näytepaloja jäähdytetään puoli tuntia, mikäli ne olivat yli $23\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa, ja kuivataan pehmeällä liinalla tai filtteripaperilla. Sitten näytteistä mitataan vetolujuus- ja venymä-arvot ja verrataan niitä öljyyn upottamattomien näytteiden arvoihin, josta selviää öljyn vaikutus materiaalin vetolujuuteen ja venymään.

Tilavuudenmuutostestissä käytetään näytekappaleina materiaalista leikattuja laattoja, levyjä tai o-renkaita. Jotta varmistettaisiin näytteiden tasaisuus, ne tulee puhdistaa ja kiillottaa, jonka jälkeen niiden tilavuus selvitetään punnitsemalla ne ensin ilmassa ja sitten vedessä. Näytekappaleet puhdistetaan alkoholilla ja vedellä ennen vedessä punnitusta. Avoimien, joustavien, solumaisten ja muiden absorboivien materiaalien pituus, leveys ja paksuus on mitattava.

Näytekappaleet ovat tämän jälkeen upoksissa 70 tuntia ($\pm 0,5$ tuntia) $23\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) IRM öljyssä nro. 903, ellei ole toisin määrätty. Immersion jälkeen näytteet punnitaan jälleen ensin ilmassa ja sitten vedessä. Ennen vedessä punnitsemista näytteet tulee puhdistaa alkoholilla ja sitten vedellä. Näytteet pitää punnita ilmassa 30 sekunnin, ja vedessä 60 sekunnin kuluessa siitä, kun ne on poistettu öljystä. Avoimien, joustavien, solumaisten ja muiden absorboivien materiaalien pituus, leveys ja paksuus tulee mitata 60 sekunnin sisällä siitä, kun näytteet on poistettu öljystä. Tämän jälkeen lasketaan tilavuudenmuutos prosentteina jokaiselle kolmelle näytteelle ja otetaan niistä keskiarvo. Verrattaessa tuloksia alkuperäisiin tilavuuden arvoihin, voidaan päätellä miten paljon tilavuus muuttuu öljyn vaikutuksesta.

3 TERMOPLASTISET ELASTOMEERIT

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

3.1 Termoplastiset vulkanisaatit (TPV)

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

3.2 Termoplastiset polyuretaanit (TPU)

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

3.3 TPE-uutuuksia ja -sovelluksia

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

3.3.1 TPU-materiaalit

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

3.3.2 TPV-materiaalit valmistajittain

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

3.3.3 Muut TPE-materiaalit

Tämä luku vain tilaajan kappaleessa

4 YHTEENVETO

TPE-materiaalit kasvattavat markkinaosuuttaan jatkuvasti ja uusia materiaaleja kehitetään koko ajan lisää parempien ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Koska kehitys alalla on nopeaa, on syytä pysyä mukana uusien tuotteiden tuomissa mahdollisuuksissa, jotta yrityksen kilpailukyky säilyisi mahdollisimman hyvänä. Tämän vuoksi työn tekeminen olikin erittäin ajankohtaista ja mielenkiintoista.

Suurimpia haasteita työn tekemisessä oli englanninkielisen lähdemateriaalin kääntäminen suomeksi, sekä hyödyllisen tiedon löytäminen ja erottaminen. Työtä tehdessä kuitenkin rutinoitui melko nopeasti ja ajan kuluessa sen tekeminen helpottui huomattavasti.

Työn tavoitteet saavutettiin ja TPE-uutuuksia kerättiin ominaisuuksineen Excel-
taulukkoon. Muutamia mielenkiintoisia materiaaleja käsiteltiin vielä omana kokonaisuutenaan tarkemmin itse työssä. Joukossa oli potentiaalisia uutuuksia, joista toivottavasti on hyötyä työn teettäjälle Mar-Con:lle.

LÄHDELUETTELO

- 1 Plastics Technologie Laboratories Intertek. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2008]
Saataavissa: <http://www.ptli.com/testlopedia/tests/DurometerShore-d2240.asp>

- 2 Plastics Technologie Laboratories Intertek. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2008]
Saataavissa: <http://www.ptli.com/testlopedia/tests/Density-SpecGrav-d792.asp>

- 3 Plastics Technologie Laboratories Intertek. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2008]
Saataavissa: http://www.ides.com/property_descriptions/ASTMD412.asp

- 4 Plastics Technologie Laboratories Intertek. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2008]
Saataavissa: http://www.ides.com/property_descriptions/ASTMD395.asp

- 5 Plastics Technologie Laboratories Intertek. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2008]
Saataavissa: http://www.ides.com/property_descriptions/ASTMD624.asp

- 6 Plastics Technologie Laboratories Intertek. [www-sivu]. [viitattu 10.5.2008]
Saataavissa: http://www.ides.com/property_descriptions/UL94.asp

- 7 UL 157. Tiivisteiden öljynkesto. Gaskets and Seals. Kraiburg TPE GMBH
2007. 28 s.