



Farklı termal koşullar altında plastiklerin özellikleri hakkında özel bilgi önemlidir.

Aplikasyon Notu # 90

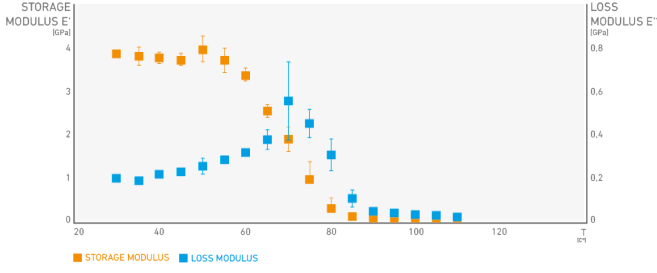
Dinamik Ölçüm Modu Kullanılarak Plastikler ve Kaplamalar Üzerindeki Isı Etkisinin Belirlenmesi

Plastiklerin ve kaplamaların özellikleri, farklı sıcaklık koşulları altında önemli ölçüde değişir. Örneğin, plastikler soğuk bir ortamda kırılğan ve daha az elastikken, ısıtıldıklarında daha sünek ve esnek hale gelirler. Camsı geçiş sıcaklığı, polimer malzemelerin özelliklerini belirlemek için en kritik parametrelerden biridir. Özellikle ısı etkisi altındaki boyutsal kararlılıkları hakkında bilgi verir.

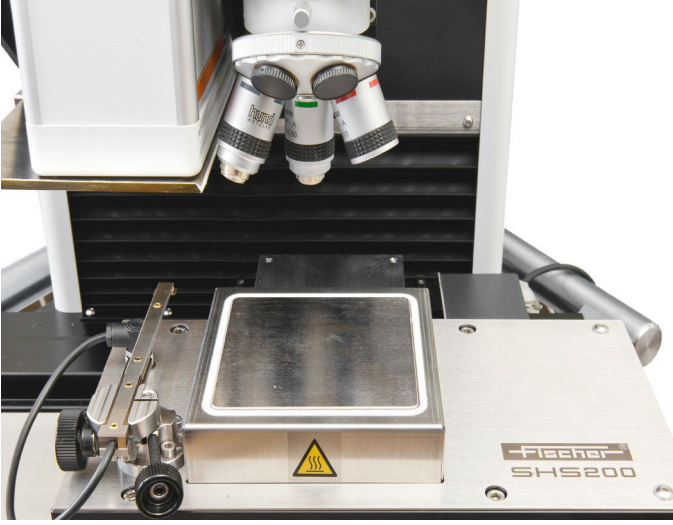
Plastiklerin karakterizasyonunda T_g 'nin kesin bilgisi, hayatta kalmak için bile çok önemlidir. Örneğin, 1986'da Challenger uzay mekiğinin kazasının nedeni olarak, arızalı bir O-ring conta tespit edildi. Geceleri soğuk sıcaklıklar onu yeterince esnek ve kırılğan hale getirdi. Elastomerik conta T_g değerinin altında çalıştırıldı, sızdırmazlık işlevi artık sağlanmadı ve yakıt dışarı sızdı

Dinamik mekanik termal analiz, termal analiz alanında temel karakterizasyon yöntemi olarak kabul edilir. Numuneye bir salınım kuvveti uygulanarak, viskoelastik özellikler ve elastik modül değerleri, frekans ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak belirlenir. Uyarma ve yanıt sinyali arasındaki faz kayması, bir malzemenin daha viskoz mu yoksa elastik olarak mı davrandığı hakkında bilgi sağlar.

Grafik, bir boya numunesindeki cam geçişi belirlemek için elastikiyet parametrelerinin nasıl kullanılabileceğini gösterir. Elastisite modülü, gerçek kısım olarak storage (depolama) modülü E' ve sanal kısım olarak kayıp (loss) modülü E'' 'den oluşur. Storage (Depolama) modülü, sistemin depolayabileceği mekanik enerjiyi tanımlarken, kayıp (loss) modülü, malzeme tarafından yayılan enerjinin ölçüsünü tanımlar. Örnekte, yakl. 45 °C, kayıp modülü çok düşüktür. Boya numunesi bir katı gibi tepki verir ve yükleme işlemi sırasında deformasyon işi neredeyse tamamen depolanır. 50 °C'nin üzerinde, kayıp modülü daha güçlü bir şekilde artar. Boya numunesi elastik özelliklerini kaybeder ve verilen mekanik enerji öncelikle termal enerjiye dönüştürülür. Aynı zamanda, depolama modülü azalır. Cam geçişe, depolama modülünün kayıp modülü veya bükülme noktasında maksimumda ulaşılır.



Elastisite modülü, depolama ve kayıp modülünden oluşur. Cam geçişe, maksimum kayıp modülünde veya depolama modülünün bükülme noktasında ulaşılır..



200 °C'ye kadar mekanik malzeme özelliklerini analiz etmek için FISCHERSCOPE® HM2000 ve PICODENTOR® HM500 için ısıtma tablosu SHS200.

FISCHERSCOPE® HM2000 ve PICODENTOR® HM500 nanoindentasyon sistemleri için SHS200 ısıtma aşaması ile Fischer, 200 °C'ye kadar sıcaklıklarda kaplamaların ve plastiklerin sertliğini ve elastik özelliklerini belirlemek için doğru aksesuarı sunar. Güçlü WIN-HCU yazılımının ek bir özelliği olarak Dinamik Modu kullanarak, malzemeler daha kesin bir şekilde karakterize edilebilir ve belirli cam geçiş sıcaklıkları test edilebilir veya belirlenebilir.

İlk olarak, numune belirli bir kuvvetle yüklenir. 2 N'ye kadar, indentasyon ölçümüne benzer.

Ayrıca, bu kuvvete minimum sinüzoidal salınım (bir milinewton'dan daha az genlik) uygulanır. Malzemenin deformasyonu elastik aralıkta kalır. Numune malzemenin tepkisi, genliğe (genellikle birkaç nanometre) ve

uyarma titreşimi ve yanıt sinyali arasındaki faz kaymasına bakılarak ölçülür.

Isıtma aşaması önceden tanımlanmış sıcaklığa ulaştığında ölçüm otomatik olarak başlar. Ölçüm cihazını korumak için bir ısı kalkanına ek olarak, ısı genleşmesini en aza indirmek için cihazın taban gövdesi seramikten yapılmıştır. Ölçüm süresi daha uzun olduğunda bile güvenilir değerler sağlar.

Cam geçiş her plastiğe özeldir ve kullanılan ölçüm yöntemine bağlıdır. Bu yüzden karakterizasyonda belirtilmelidir. Nokta

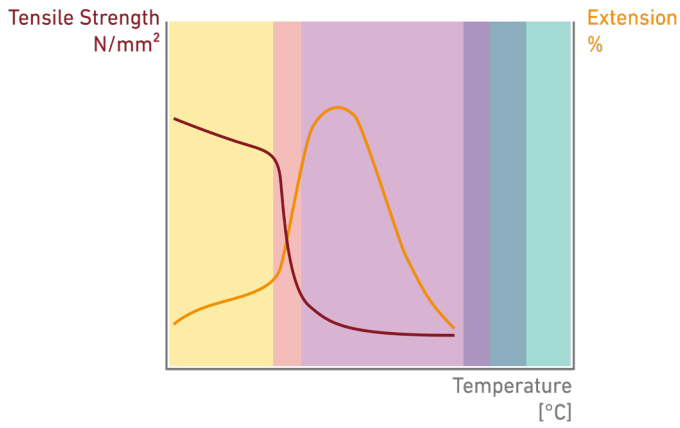
T_g 'nin nerede bulunduğu, bir plastiğin ne kadar yoğun çapraz bağlandığına bağlıdır. Örneğin, bir duromer ile ilgili olarak, bu nokta bir elastomer ile karşılaştırıldığında çok daha yüksektir.

Polimetil metakrilat (PMMA) gibi amorf termoplastikler için optimum uygulama aralıkları T_g 'nin altındadır. Challenger kazası örneğinde ise T_g 'nin üzerinde elastomerler kullanılmıştır.

Sonuç:

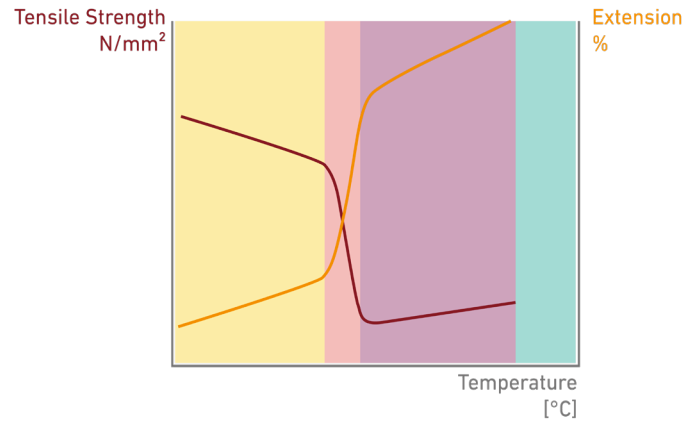
Nanoindentasyon sistemleri FISCHERSCOPE® HM2000 ve PICODENTOR® HM500 ile ölçümler SHS200 ısıtma tablası ile birlikte, plastiklerin ve kaplamaların kapsamlı karakterizasyonunu sağlar. Bir dizi ölçümde hem çeşitli viskoelastik özellikler (elastisite modülü, depolama (storage) modülü ve kayıp (loss) modülü) ölçülebilir hem de cam geçiş sıcaklığı belirlenebilir. T_g 'nin diğer yöntemlerle ek bir ölçümü, örneğin diferansiyel tarama kalorimetrisi gerekli değildir.

Amorphous Thermoplastic



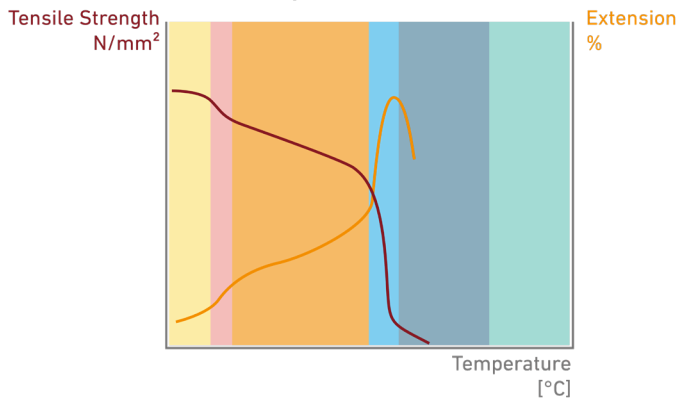
- GLASSY STATE
- T_g GLASS TRANSITION ZONE
- FLEXIBLE
- T_f FLOW TEMPERATURE
- PLASTIC
- T_z DECOMPOSITION ZONE

Elastomer



- GLASSY STATE, ENERGY-ELASTIC
- T_g GLASS TRANSITION ZONE
- FLEXIBLE
- T_z DECOMPOSITION ZONE

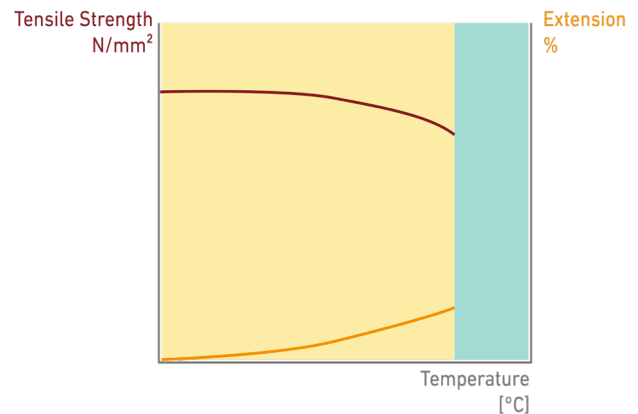
Partially Crystalline Thermoplastic



- GLASSY STATE, BRITTLE
- T_g GLASS TRANSITION ZONE
- VISCOPLASTIC, STIFF
- T_m CRYSTALLITE MELTING TEMPERATURE
- PLASTIC
- T_z DECOMPOSITION ZONE

Amorf ve kısmen kristalli termoplastiklerin faz diyagramları.

Duromer



- GLASSY STATE, STIFF, BRITTLE
- T_z DECOMPOSITION ZONE

Elastomerlerin ve duromerlerin faz diyagramları.