

Ek:1 Cam kendine özgü malzemesinden dolayı kendi yolunu şekillendirir. Sadece onun doğasını anlayarak camı üretebilir,değiştirebilir, ondan faydalanabilir ve onu ihtiyaçlarımıza göre şekillendirebiliriz. Bu anlayış, ikincil teknikler özellikle de kaplama tekniği tarafından anlaşılması güç bir hale getirilmiştir. Bu bölümün önceliği camın yapısını, onun fiziğini ve kimyasını tanımlamak ve farklı cam tiplerine ait örnekleri içeren ,camın internal yapısından türeyen fiziksel niteliklerini yeniden gözden geçirerek geliştirmektir. Bu, yeni nesiller yaratmak ve onların iletimini farklılaştıran kromojen malzemeler yaratmak için kaplamanın da etkisini içeren özel malzemelerin tipik iletiminin değerlendirilmesi ile ışığın doğası, iletimi ve şeffaflığının detaylı tartışması tarafından takip edilmektedir. Ek 1 diğer mat olan cam ürünlerini ve hangi ana ürünün satın alındığını ve değiştirildiğini ifade eden ve ikincil üretimin sonucu olan malzemelerin yaygınlaşmasını incelemeye devam etmektedir.Son kısımda ise, cam mimarisinin geleceğinde fotovoltaiik alanları içeren hangi karma sistemlerin yattığı tanımlanmıştır. Ek, genel bir cam kataloğu ve göreceli mevcut emtiaların listesi ile sona ermektedir.

Ek2:Camın nihai doğası ve randıman özellikleri gereği onun nasıl yapıldığı önemlidir. Ek2 cam imali için günümüzde kullanılan üretim yöntemlerini tanımlamaktadır.

Ek 3: Yeteneklerden doğru faydalanma ve uygun üretim yapmak, tasarımcıya kaynak uzmanlığı ve ürün sağlaması açısından anlamlı bir sanayi yapısı gerektirmektedir.Ek 3 kısaca bunu anlatmaktadır.

Ek 4: Cam muhteşem bir kimyasal ve biçimsel süreçte üretilir.Bu kısım aralarında geleceğin mimari ürünlerinin de bulunabileceği mimari cam malzemeleri olarak kabul gören başka geleneksel camları da yeniden ele almaktadır.

Ek 5: Bu kısım ise diğer önemli mimari saydam malzeme ve plastikleri araştırır ve onların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile üretim metodlarını betimler.

Kitabın bu kısmı malzeme ve üretimi tanımayı sağlayan, bilgiye ulaşmayı kolaylaştıran cam teknolojisi ve üretimi ile ilgilidir. Bu beş kısım malzeme ve verimliliği, cam üretimini, üretim sektörlerini, diğer cam ve cam ürünlerini ve şeffaf plastikleri içeren cam teknolojisine ait bakış açılarını yansıtmaktadır.

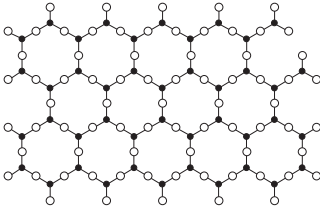
Camın kimyasal ve fiziksel yapısı

Cam, kimyasal olarak, kristalleşme olmadan ya da daha az teknik fakat daha etkili süper soğurulan bir sıvı ile soğutulmuş sert bir cisim durumuna getirilen inorganik bir maddedir. Bu modern paradoksal süreç, (cama sert bir görünüm veren) biçimsiz sıvı, tipik özelliklerini korumaya devam ederken sıvının soğutulmasıyla erimiş durumdan katı duruma geçiş yapan ve cam kalıpları olarak adlandırılan malzemelerle ilgilidir. Sert bir element veya bileşime çoğunlukla onu mikrokristal ve ışık geçirmez bir hale getiren bir malzeme eşlik eder. Bu; tipik silisyum oksitleri, bor, germanyum, fosfor, arsenik ve füzyon noktasına kadar ısıtıldığı ve daha sonra kontrollü bir şekilde soğutulduğu zaman malzemenin şeffaf olmasını sağlayarak şekilsizliğini, kristalleşmemiş halini devam ettiren diğer belirli bileşimleridir. 20. yüzyılda şeffaflık yalnızca cama katı cisimler arasında benzeriz anlamlar yükleyen bir özellik değildir. Tabi ki kompleks moleküler tel malzemeleri olan plastikler de şeffaftır. Bu malzemeler beşinci kısımda ele alınmıştır. Son zamanların buluşu olmalarının yanı sıra, bu yeni malzemeler dayanıklılık, yıpranma ve yüksek sıcaklığa dirençli olma konusunda aynı çizgide değillerdir. Özünde hem sert hem de şeffaf bir malzeme olan cam, yapıların amaçlarına hizmet etmek konusunda eşsiz bir yere sahip olmuştur.

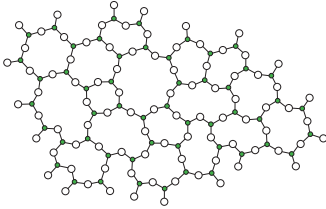
Moleküler yapı

Moleküler ölçekte alınan bir kristal cisim ve iki tipik cama ait karıştırmalı yapılar gösterilmektedir. Erimiş durumda bulunan malzeme soğumaya başladığı zaman kristalleşir, genellikle sıcaklık erime noktasına düşüncüye kadar şekil almaya başlar. Malzemeyi soğutmak onun akışkanlığını artırır ve moleküllerinin hareketliliğini azaltır. Eğer soğutma hızla kritik sıcaklıklar arasında gerçekleşirse herhangi bir kristal büyümesini engelleyen bir oranda akışkanlık artabilir. Cam yapıcılarının kristalleşme dedikleri bu durum, cam sanatı için bir anahtardır. Kritik sıcaklıklar hem doğal cam yapıcılarında hem de cam içinde eriyen diğer malzemelerde çeşitlilik yaratır.

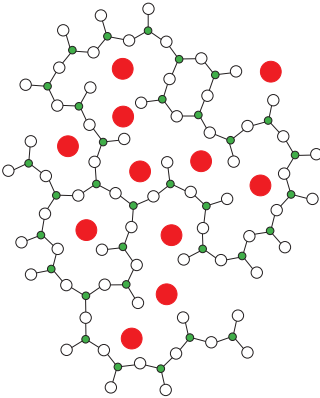
Bununla birlikte tüm camlar tipik klasik hacmi paylaşırlar : Sıcaklık eğrisi. Cam soğuyana ve verimliliği yüksek olan bir katı haline geçiceye kadar akışkanlığı artar. Dönüşüm ısısı olarak bilinen sıcaklık derecesinde malzeme plastikten kırılğan bir yapıya dönüşür ve cam halini alır. Cam yapıcılarının kabul edilebilir maliyetle gerekli olan bir cam türü üretmek adına verimli bir tarihleri olmamıştır. Cam kullanımındaki gelişmeler, ticari camların üretim ve kullanımındaki problemleri çözme gerektirmiştir. Camın kimyasal yapısı ve fiziksel verimliliği cam yapıcılarının tasarladığı diğer malzemelerin kombinasyonundan ileri gelmektedir.



kristal



erimiş silisyum



sodyum silikat camı

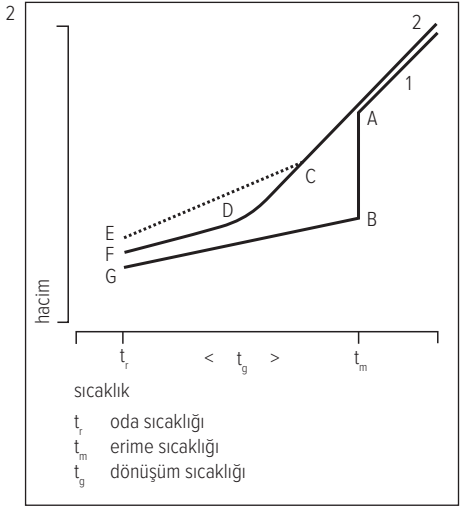


1 Tipik moleküler yapılar:

SiO₄'ün bağları grafiksel olarak iki boyutta gösterilmiştir. kaynaşmış gevşek silika düzenlemeleri ve sodyum silika camlarındaki nispeten biçimsiz düzenlemeler

2. Cam oluşum eğrisi.

Cam oluşumu ve cam gibi olmayan kristaller arasındaki farklılıklar karakteristik soğuma eğrilerinde açıkça gösterilmiştir. Soğuma sağdan sola doğru yer almıştır. Birinci malzeme erime noktasına kadar soğutulmuş (t_m) daha sonra malzeme kristalleşmiştir ve malzemenin yoğunluğu A noktasından B noktasına düşmüştür. Malzeme 2 (silika gibi bir cam yapıcı) soğutulmuş, kristallenmesi engellenmiştir. Soğutma C noktasına kadar devam ettirilirse ve soğuma yeteri kadar yavaş olursa yoğunlaşma D noktasına kadar devam eder. C den Dye kadar olan bu alan cam yapımında oldukça önem taşır ve bu alanda cam plastikten katı bir hale dönüşür; bu dönüşüm sıcaklığı olarakta adlandırılır.



Üretici firmalar kendi verimliliklerini oldukça değiştirmişlerdir. Örneğin, yüksek oranda soda kireç camı içeren karışımlar, malzemenin erime noktasını düşürür. Fakat yirmi kattan fazla saf silisyum, termal genişleme katsayısını artırır ve termal baskı altındaki kırılmaların başlıca nedenini oluşturur. Bir camın nihai özellikleri, cam yapıcılarının kullanmış olduğu yabancı maddelere, aynı zamanda da ek üretim ve verimliliği artırmak için cama eklenen malzemelere bağlıdır.

Cam Karışımları

Element kirlerinin izleri

Kullanımdaki en yaygın cam yapıcıları hala silisyumdur. Öyle ki; kolayca bulunabilen ve dünyadaki en yaygın malzeme olan kum gibidir. Yer kabuğunun % 27'si silikat ve bununda en bol bulunan çeşiti katı alüminyum silikat dır (% 47 oksijen, % 5 demir, %8 alüminyum). Ayrıca camın doğal yapısında onun verimliliğini ve rengini etkileyebilecek birçok katı malzeme bulunur. Camın doğal yapısında demir oksit yaygın olarak bulunan bir katı maddedir ve sadece %1'i camları fark edilebilir hale getiren yeşil bir ton vermektedir. Özel camlar örneğin optik ürünler bu miktarın %1'inden daha azını içermelidir ve çok daha fazla seçicilik, saflaştırma gerektirmektedir. Diğer katılar,

hazır camların hangi renkte olacağını belirleyen, farklı uluslararası imalatçılardan sağlanan krom oksit, nikel ve kobalt içerir.

2 : Cam yapma eğrisi

Cam yapımı ve cam olmayan kristallenmeler arasındaki fark ; grafik içinde sıcaklığa karşı hangi hacmin yerleştirildiğini gösteren tipik soğuma eğrisinde açıkça gösterilmektedir. Soğuma, grafikte sağdan sola doğru gösterilmiştir. 1 numaralı malzeme erime noktası olan t noktasına kadar soğur, kristalleşir ve camın hacmi A noktasından B noktasına kadar düşer. 2.numaralı malzeme (silisyum gibi bir cam yapıcı) soğur, kristalleşmesi engellenebilir. C noktasına kadar soğuma devam eder ve soğuma yeteri kadar yavaş gerçekleşirse yoğunlaşma D noktasına kadar sürer. Bu alan, C'den D noktasına, camın esnek biçimden katı hale dönüştüğü tipik cam yapım aşamalarından biridir. Bu alan C'den D 'ye dönüşüm sıcaklığı olarak adlandırılır ve cam oda sıcaklığına ulaştığı zaman, cam soğuma eğrisi E veya F'ye dışarı doğru düzleşir (bu hacmin çok az değiştiği anlamına gelir).

Eritkenler

Silisyumun erime noktası 1700 °C'in üzerindedir. Yüksek sıcaklıklar, cam yapıcıları için erimiş durumdaki akışkanlığı azaltmak böylece daha düşük erime ve işleme sıcaklıklarına ulaşmak, bunun sonucu olarak da seri üretime geçmek her zaman pahalı bir sorun olmuştur. Bu malzemeler eritkenler olarak adlandırılır ve şunları içerir:

Sodyum oksit	Na ₂ O
Potasyum oksit	K ₂ O
Borik oksit	B ₂ O ₃

Potasyum oksit ayrıca camın kimyasal dayanıklılığını artırır. Kumun erimesine yardımcı olan önemli bileşenlerden birisi de kırık ya da kırılmış camlardır.

Eritme ve arındırma katkı maddeleri

Bağsız camların üretimi özellikle minik gaz kabarcıklarını engellemeyi garantileyen ek malzemeler gerektirir. Bu malzemeler şunları içerir:

Sodyum sülfat	Na ₂ SO ₄ (Glauber tuzu)
Sodyum nitrat	NaNO ₃
Sodyum klorür	NaCl (tuz)
Arsenik oksit	As ₂ O ₃
Kalsiyum Florür	CaF ₂
Karbon	C

C den D'ye kadar olan cam soğuma eğrileri E veya F noktasına kadar düzleşir. (Bu yoğunluğun çok az değiştiği anlamına gelir). E veya F noktasında cam oda sıcaklığına ulaşmış olur.

Kristalleşmeyi önleyiciler

Bunlar aşağıdaki maddeleri içerir:

- Camı soğutarak erime kıvamını artıran alüminyum oksit Al_2O_3 (alumina)
- Verimlilik stabilizatör düzenleyicileri, görüngenese geçirmicileri ve opalizerleri içerir.
- Stabilizatörler: Kimyasal dayanıklılığı artırır ve şunları içerir:
 - Kalsiyum oksit CaO (kireç)
 - Alüminyum oksit Al_2O_3 (alumina)
 - Magnezyum oksit MgO
 - Çinko oksit ZnO
 - Boron trioksit B_2O_3
 - Kalsiyum oksit ayrıca arıtıcı gibi görev yapar.

İzgesel geçirim düzenleyicileri:

Cam olmayan tüm malzemeler bazı enerji seviyelerinde fotonları (ışık partikülleri) absorbe eder ve izgesel geçirim halini alır fakat; bazı malzemeler özellikle renkli camlar için kullanılır ki, bunlar camın içinde ve dışındaki görünür izgelerin geçirimine etki eder. Cam üretiminde kullanılan renklendirici katkı maddeleri ise şunlardır.

- Krom oksit yeşil
- Kobalt oksit mavi
- Bakır oksit kırmızı
- Bakır(II)oksit açık mavi
- Demir oksit mavi/yeşil
- Ferrik oksit pembe
- Uranium oksit sarı
- Nikel oksit küllü kahverengi, sarı, yeşil mavi/mor

Rengini açılmasında kullanılan katkı maddeleri ise şunları içerir:

- Selenyum
- Kobalt oksit
- Neodimiyum oksit

Bu maddeler, cam yapıcısı olarak kullanılan kumdaki demir kırımlarının yol açtığı yeşil renklendirmeyi düzeltmek amacıyla sıklıkla kullanılır.

Opalizerler:

Opalizerler, yarı saydam opak camların üretiminin tanımlanması aracılığıyla biçimsiz ve yayılmamış ışığın gönderilmesi sürecinde camın verimliliğine etki ederler.

Soda kireç camı ve kalsiyum florür

Borosilikat cam ve kalsiyum fosfat

Camın içerisindeki malzemelerin sayısı fazla olmasına rağmen, karışım maddeleri küçüktür ve çok az miktarda önemli malzeme içerir.

Örneğin düz camlarda ve konteynirlarda kullanılan soda kireç taşı, tipik olarak şu malzemeleri içerir:

Silisyum cam yapıcısı olarak %72,7

Eritken olarak sodyum oksit ve potasyum oksit: %13,1 ve %0,5

Arındırıcı olarak sodyum sülfat

stabilizatör olarak kalsiyum oksit :%8,4

Kristallenmeyi önleyici ve düzenleyici olarak alüminyum oksit :%1

Cam türleri

Soda kireç camının ham maddesi silisyumdur. Oysa ki üretimin tarihsel sorunları kaliteyi artırmak ve üretimi kolaylaştırmak adına; diğer malzemelerin arındırma, eritme, katkı maddelerinin tanıtımını sağlamıştır. Ne yazık ki bu malzemeler şu an araştırdığımız ve kötüleşen birçok özelliği de beraberinde getirmiştir. Silisyum oksitin kendi kendine muhteşem camlar yaratabilmesi, dünyanın kurulmuş olan en iyi cam yapıcıları için tesadüfi bir olaydır. Soda kireç camı için 7,9 olan termal genişleme katsayısı erimiş silisyum için $0,54 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Bir pencere büyüklüğü kadar camı daraltmak veya genişletmek sorun teşkil etmez. 1 mm'lik bir büyüklük, normal şartlarda maruz kalabileceği 40C'lik sıcaklık aralığına kadar ,0,3 mm'nin üzerinde bir genişleme yaratır. Bu durum, yaratılan genişleme ile yaklaşık 1 mm uzunluğundaki alüminyumu aynı sıcaklık ölçeği üzerinde karşılaştırmamızı sağlar. Bölgesel ve hızlı ısıtma uygulandığı zaman gerçek bir avantaj oluşur: bu şartlar altında saf silisyum önemli ölçüde daha iyi performans gösterir ve muhtemelen daha az kırık meydana gelir.

Farklı sıcaklıklarda onun nasıl katı veya akışkan olduğunu gösteren sıcaklık/akışkanlık özelliklerine sahiptir.

3 sıcaklık noktası, sıcaklık arttıkça akışkanlığın belirli yönlerine karşılık gelen cam yapımı ve camın termal özelliklerinin bilinmesini gerektirir.

	PbO	BaO	B ₂ O ₃	SiO ₂	H ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO/Fe ₂ O ₃	Co ₂ O ₃	Se	NiO	
Ergime silika				99.9	0.1										
Borasilikat			13.0	81.0	0.03	4.0	0.4	2.5							
Alüminyum silikat	6.0	5.0	62.0	57.0	0.03	1.0	16.0	9.0	7.0						
Fluoresan tüpü	0.8		71.4	0.03	15.0	1.7	2.2	4.6	3.9						
Konteyner			72.8	0.03	14.5	1.7	10.5								
Kuvars	29.0	2.0	0.0	11.0	57.0	0.03	4.0	8.5	9.0	1.0	2.0				
Soda kireç camı				73.0	0.03	13.1	17.0	0.0	0.5	1.3	5.0	8.4	4.0	0.0	0.1
Yepil				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.5				
mani / Yepil				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.5				0.0005
Araba bronzu				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.39				0.0008
Kırmızı bronzu				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.3				0.0040
Grü/Mavi				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.3				0.0085
Grü/Yeşil				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.32				0.0064
Siyah / gri				73.0	0.03	15.9	0.3	1.3	6.5	3.0	0.09				0.0020

Tablo 3: Yaygın kimyasal cam karışımları

- Gerilim noktası, stres yayımı ve akışkanlığı camın önemli özellikleri haline getiren sıcaklığı ifade eder.
- Tavlama noktası, hızla hafifleyen gerilme çizgilerinin olduğu sıcaklığı ifade eder.
- Yumuşama noktası, baskı altındaki camı genişleterek yumuşak hale getiren sıcaklığı ifade eder.

Soda kireç camı için bu sıcaklıklar:

Gerilim noktası 520 °C

Tavlama noktası 545 °C

Yumuşama noktası 735 °C

Erimiş silisyum için bu sıcaklıklar:

Gerilim noktası 987 °C

Tavlama noktası 1082 °C

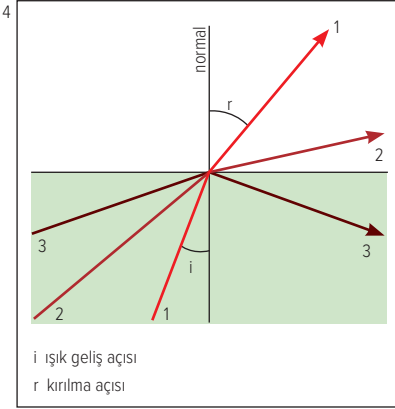
Yumuşama noktası 1594 °C

Saf silisin (ayrıca kuvars olarak da bilinir) erime noktasının 1726 °C olduğunun ve soda kireç düz camının erime sıcaklığının 1600 C civarında olduğunun bilinmesi giderek önem arz etmektedir. Soda kireç camının katkı maddelerinin onun yumuşama noktası ve kolay imalatı üzerinde çarpıcı bir etkisi vardır.

Soda kirece benzeyen ergimiş silisyum “Young Modülü” sayeye onun termal performans özellikleri kullanım alanlarında birçok avantaj sağlamaktadır. Örneğin volfram- halojen ışık kaynaklarında yüksek sıcaklıklarda kullanılabilir. Yüksek sıcaklıklar ergimiş silisyuma önemli ve kullanışlı özellikler katsa da, silisyumun geniş ölçekli kullanım alanları şimdilerde kısıtlanmaktadır. Erime noktasının düşürülmesi cam üretimi için önemlidir. Bugün, biraz maliyetli de olsa yük-

Bu tablo, mimari ve ürün tasarımında yaygın olarak kullanılan cam içeriklerinin yaklaşık olarak yüzdesini gösterir. Pencere camının en yaygın şekli olan açık soda kireç camı, tablonun merkezinde gösterilmiştir. Silikanın diğer elementlere kıyasla baskın olan değerleri, tablonun dikey bölümünde gösterilmiştir. Yukarıdaki malzemelerin kimyası öncelikle mekanik performanstaki değişikliklerle ilgilidir. Bölümün aşağısındaki bu malzemeler başlıca radyasyon iletimini değiştirmek ve ışığın rengini filtrelemekle ilgilidir. Maddelerin küçük miktarlardaki dalga iletim dengesi değiştirmeye ve kısıtlı alanlarda renk eşleştirmeye sağlamanın gerekliliğini açıklamaya yardımcı olmak için yapılması gereken bellidir.

sek sıcaklıkları hem üretim fabrikaları hem de enerji açısından sağlamak daha kolaydır.



Cam yapımı için gerekli ve elverişli malzemelerin sayısını hesaba katarsak, çeşitli performans ve bileşimlerle sınırsız sayıda cam üretilebileceğini anlamak daha kolay olur. Diğer taraftan binalarda en çok kullanılan camlar kimyasal olarak beş gruba ayrılmıştır:

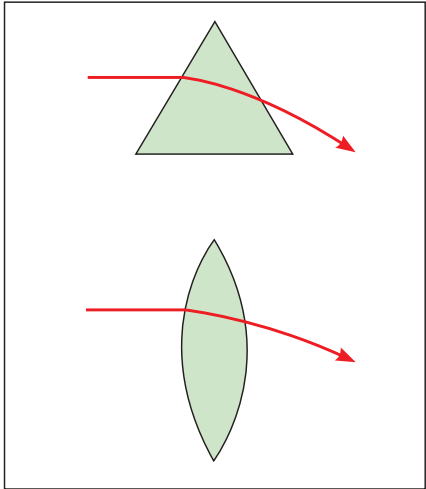
Soda kireç camları: Bunlar, yaygın olarak düz olan camlar, elektrik ampulleri, konteynır ve benzeri ürünlerdir. Soda kireç ailesi önemli ölçüde camların yüzdürme sürecinin geliştirilmesinde kullanılır.

Ergimiş silisyum veya kuvars camlar: Bunlar yalnızca tek önemli karışım içerirler. Düşük termal genişleme katsayısı ve yüksek kimyasal dayanıklılık ile sağlanan yüksek eritme ve işleme sıcaklıkları tarafından karakterize edilmişlerdir. Yüksek erime noktaları, bu ürünlerin hem pahalı olmasına hem de birincil erimiş cam olarak üretiminin zorlaşmasına neden olmuştur. Hala onu düşük sıcaklıklara kadar ısıtarak bir cam üretebiliriz fakat iyi bir saydamlık sağlayamayız. Alkali borosilikattan oluşan ve ayrılabilir faz olarak adlandırılan alternatif bir biçim oluşturulabilir. Bunları 600C'ye kadar ısıtarak fazlarına ayrılmış malzemeleri üretebiliriz: Vycor olarak da bilinen %9'luk silika fazı, diyaliz için uygun olan gözenekli saydam camlara dönüştürülebilir. Erimiş silika ailesindeki camlar, genellikle da-

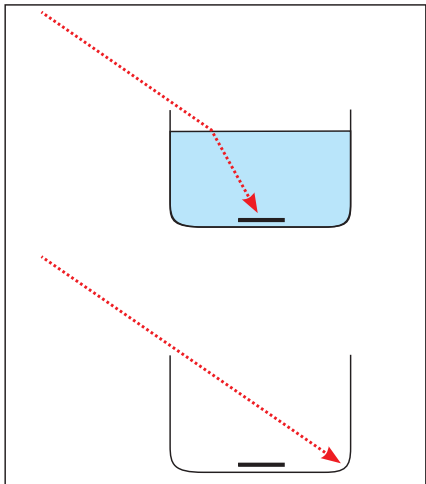
4-6: Kırınım:

Bir saydam malzemeden diğerine geçerken ışık ışınlarının eğilmesi gözlemlenebilen bir olgudur. Şekil 4 kritik açıyla yansıyan 3 no'lu ışını gösterir. Şekil 5 lensler için gerekli hareketi gösterir. Şekil 6 ışığın suda eğilmesini gösterir.

5



6



yanıklılık ve düşük termal genleşme katsayısı gerektiren laboratuvar gereçleri gibi ileri teknoloji uygulamalarında oldukça kullanışlıdır.

Borosilikat camları: Boroksit bir cam yapıcı ve akışkanlaştırıcı olarak görev yapar, çoğu sodyum oksitin yerini alan boroksit ve alümina içeriği önemli ölçüde artırılmıştır. Sonuç olarak oluşan cam, kimyasal korozyona oldukça dayanıklıdır ve soda kireç camlarının üçte biri kadar genleşme katsayısına sahiptir (erimiş silikanın altı katı olmasına rağmen) Borosilikat cam ailesinin oldukça geniş kullanım alanları vardır: Konteynir ve cam pipet olarak laboratuvarlarda, lamбалarda ve pişirme kaplarında kullanılır. Ticari ürün Pyrex bu camların tipik bir biçimidir. Borosilikat camlarının ısı dayanımının artırılması darbe mukavemetini artırır ve ateşe dayanıklı sırayapımını sağlayan düşük genleşme katsayısını oluşturur.

Kurşunlu camlar: Kurşunlu camlar çoğu kalsiyum oksitin yerini alır, yüksek kırınım katsayısı ve düşük erime ve çalışma sıcaklığı ile cam üretimini sağlar. Kurşun oksitin miktarları 3 faktör aracılığıyla çeşitlendirilebilir ve yüksek kurşunlu camlar (%80'den fazla kurşun oksit içerenler) radyasyon kalkanı olarak kullanılır.

Alümina silikat camları: Bu camlar %50'den fazla silika içerir, alümina içerikleri soda kireç camlarının 10 katı kadarını oluşturur. Boroksit içermesi durumunda bu camların kimyasal dayanıklılığı artar. E cam olarak bilinen ve cam elyafının üretiminde kullanılan tipik bir camdır. Bunlar günümüzde daha az olarak inşaat endüstrisinde kullanılan ve farklı endüstrilerde de tanımlanan diğer önemli cam gruplarıdır.

Tablo 3 çeşitli camların kimyasal bileşimlerini gösterir ve sayfa 67'deki tablo 40 diğer malzemelerle kıyaslanan ana cam gruplarının fiziksel özelliklerini gösterir.

Fiziksel özellikler

Camın esas ve önemli özellikleri saydamlılığı ve dayanıklılığıdır. Diğer özellikleri kullanımına göre camın içerisinde hangi malzemelerin bulunduğuna bağlıdır. Üretimin sürdürülmesi için gerekli olan çeşitli akışkanlaştırıcı ve düzenleyiciler bu özellikler üzerinde etkili olmuş ve camın özel fiziki özellikleri verimliliğini artıran geniş bir birleşim yelpazesine cam tasarımının gelişmesini sağlamıştır. İnşaatlarda kullanılan camların temel ve önemli özellikleri tablo 40'da gösterilmiştir ve aşağıdaki gibidir:

- ışık/radyasyon geçirgenliği/yansıtma/absorbe
- kırılma endeksi
- termal özellikler

- dayanıklılık
- sertlik ve aşınma direnci
- kimyasal dayanıklılık
- kötü havadan aşınma dayanıklılığı
- özgül ağırlık
- yangın dayanımı
- ses yayılatma

Işık/radyasyon geçirgenliği: Hem toplam miktar hem de spektral dağılımı açısından önemli olan bu terim daha önce genel olarak tartışılmıştır. Radyasyon iletiminin kontrolü, yansımaya ve emilim, mimaride temel bir öneme sahiptir ve bu ekte daha sonra başlı başına bir konu olarak açıklanacaktır.

Kırılma endeksi: Bu endeks, hangi ışığın camdan geçerken büküldüğünün ölçüsüdür ve tüm camlar için sabittir. Soda kireç camları için 1,52'dir ve borosilika camları için 1.47 ile 1.56 arası değişir. Bir camın kırılma endeksi, kabul edilen dalga boyuna göre değişir. Tüm camların kırılma endeksi yükselen dalga boyu ile azalmaktadır. 4. bölümde açıklandığı gibi kırılma endeksi en çok optik kullanımlar için önem taşır.

Işık, optik yoğun malzemeden daha az yoğun malzemeye geçtiği zaman, normalden daha uzakta kırılır (burada normalden kasıt yüzeye dik anlamındadır). Işık kritik açıyla yüzeyden geri yansır ve optik yoğun malzeme içinde korunur. Kırılma fenomeni; fiber optiklerin, lenslerin çalışma prensiplerinin ve görünüşte düz olan çubuğun su içinde nasıl büküldüğünün anahtarıdır. Bu fenomen matematiksel terimlerde şöyle ifade edilir:

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\text{ışığın hareketi}}{\text{ortam 2'deki ışığın hareketi}}$$

“n” orta kırılma endeksinin nerde olduğunu gösterir ve “i” ve “r” ışığın gelme ve kırılma açılarını gösterir. (bakınız şekil 4-6)

Termal özellikler

Önemli termal özellikleri şunları içerir:

- maksimum çalışma sıcaklığı
- özgül ısı
- termal iletkenlik
- termal genleşme

Bir füzyon ürünü olarak ve doğası gereği kırılğan olan camın mekanik verimliliği, onun termal özelliklerine bağlıdır.

Tüm camlar viskozitelerinin sergilendiği 3 sıcaklık noktası ile karakterize edilirler:

- Yumuşama noktası: Bu nokta, yük altında kolaylıkla akabilen camların sıcaklığını gösterir ve imalat gelişiminde çok önem arz eder. Bu hızla hafifletilen camların gerilme noktasıdır. Viskozite $\log_{10} \eta = 7.8$ poise (1 poise = 1 g/cm.s.)
- Tavlama noktası: Bu noktada camların hızlıca üzerindeki baskının azaltıldığı noktadır. Esneklik $\log_{10} \eta = 13$ poise
- Gerilme noktası: Bu, yukarıdaki gerilme yayılımını ve akış etkisini başlatan ve etkili olan bir çalışma sıcaklığıdır. Viskozite $\log_{10} \eta = 14.5$ poise

Tavlama noktası, genellikle gerilme noktasının üzerinde ve yumuşama ve gerilme noktaları olan %50-%60 aralığında sıralanır.

Maksimum çalışma sıcaklığı

Gerilme noktası, genellikle yapılar için yüksek performans gereksiniminin üzerindedir fakat ne zaman ki cam pişirme veya diğer yüksek sıcaklık uygulamaları için kullanılmaya başlandı o zaman önemli bir konuma gelmiştir. Tipik genişleme katsayıları şunlardır:

soda kireç camı:	520C
borosilikat camı:	515 C
erimiş silika (Pyrex):	987 ° C

Borosilikat camlar çok da çalışma sıcaklıklarıyla ilgisi olmayan fakat sıcaklıklardaki hızlı dönüşümlere, termal şoklara dayanıklı oldukları unutulmamalıdır. Bu, camın özgül ısısına (sıcaklığını artırarak ısı düzeyini etkileyen), onun ısı iletkenliğine (hangi ısı cam aracılığıyla dağıtıldığını gösteren oran) ve termal genişleme katsayısına bağlıdır.

Özgül Isı

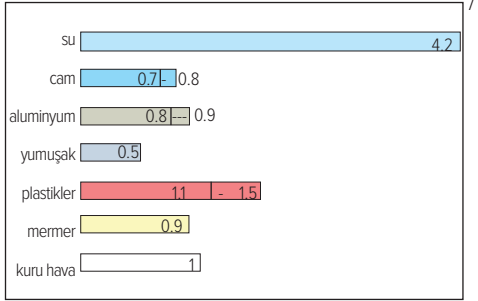
Her birim malzemenin sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli olan ısı miktarının ölçüsüdür. Böylelikle ne kadar malzemenin etkili bir şekilde saklanabileceği ölçülmüş olur.

Camların özgül ısıları göreceli olarak %25 civarında değişir.

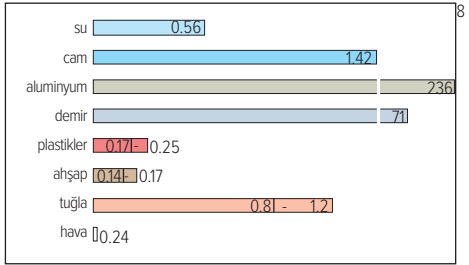
Cam için değeri 0.85-1.00 kJ/kg °C, alüminyum için 0.92 kJ/kg °C , polikarbonat için 1.26 kJ/kg °C, ve su için 4.19 kJ/kg °C'dir. Erimiş silika için değeri soda kireç camından daha düşüktür.

7. Spesifik sıcaklık:

Camın bu spesifik ısıyı aynı türden olan yapı malzemeleri aralığında meydana gelir. Su, pasif güneş tasarımında ısı depolamasının ne kadar değerli olduğunu açıklayan büyük bir hazneye sahip spesifik bir ısı olarak görülüyor.



Isı iletkenliği



8. Isı iletkenliği:

Cam oldukça iyi bir izolatördür fakat metaller ısıyı çok daha iyi iletirler: alüminyum camdan 400 kat daha kolay iletir. Gözenekli malzemeler onların hava veya su içeriği ile değişen iletkenlik özelliğini gösterir. Hava iletkenliği gibi düşük iletkenlik özelliği ile yapılmadaki değeri

Burada W/m °C ile ölçülen ısının metale nasıl bu kadar hızlı nüfuz ettiği görülür. Bu özelliği çok fazla miktarda malzeme değişikliği gerektirir. Onları iyi birer yalıtkan yapan plastik ve ahşaplar, ısıyı daha az iletirler. Cam ise oldukça iyi bir yalıtandır.

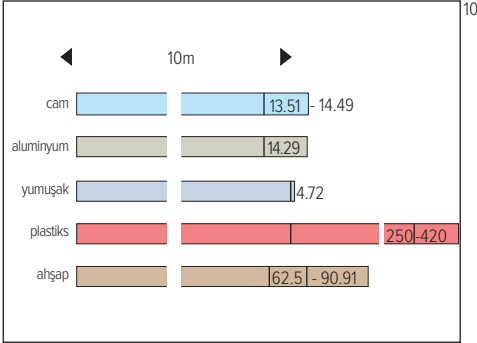
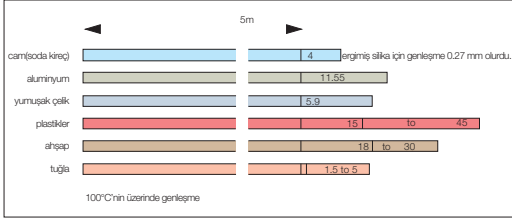
Değerler %35 civarında değişir. Soda kireç camı için 1.02 W/m °C, borosilikat için 1.13, ergimiş silika için 1.38'dir. Bu rakamlar demir (71) ve alüminyum (218.5) değerleri ile kıyaslandığında çok düşüktür.

Termal genişleme

Birlikte bir yapı elemanı olarak çalışmak üzere bir araya gelen malzemelerin farklı genişleme özellikleri ve genişleyen elementlere alan yaratmak için ortaya çıkan ihtiyaç nedeniyle kullanılır. Oysa camın diğer termal özellikleri çok az değişir (-/+ 15-20) termal genişleme katsayısı erimiş silika için 10^{-6} °C 'nin üzerinde $0.54 \cdot 10^{-6}$ °C den 20 faktör tarafından değişir ve borosilikat için yaklaşık $3 \cdot 10^{-6}$ °C'dir. Soda kireç camı $7.9 \cdot 10^{-6}$ °C genişleme katsayısına sahiptir.

9. Termal genişleme:

9 Diyagram 100 C'nin üzerinde farklı sıcaklıklarda 5 m uzunluğunda beklenen genişmeyi göstermektedir. Soda kireç camı birçok malzemeye kıyasla daha düşük genişme katsayısına sahiptir. Yüksek performanslı camlar, en küçük genişme katsayısına sahip malzemeler arasındadır ve seramik camlar hiçbir biçimde genişme göstermez.



10. Dayanıklılık:

Uzunlamasına esneklik: 'Young Modülü'. Bu, gerçekte daha karmaşık olduğunu ortaya koyan basit bir özelliğidir. Homojenliğin yetersizliği veya malzemedeki maddi hataların varlığı, baskı uygulandığı zaman onun şeklini koruma yeteneğini önemli ölçüde etkileyebilir. Diyagram rijitliğin etkilerini göstermektedir: Ona, bir malzemenin uzunluğunun değişmesi için gerekli olan gerilme kuvveti uygulanır. Genişme, 10 m uzunluğundaki bir malzeme parçasına 0.1 GP kuvveti uygulandığı zaman cm olarak oluşacak biçimde gösterilmiştir. Bu etkili ve iki taraflı "young Modülü"dür. Cam katı olarak görülmektedir: Onun kendi kırılma doğasının sonucu olarak mukavemet problemi ortaya çıkar.

Bu değerler karşılaştirmalı olarak elik için $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$ ve alumin-
yum için $24 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

Düşük termal genleşme katsayısına sahip olan camlar iyi bir ter-
mal şok direncine sahiptir; fakat tersine bu yüksek katsayılı ısı tok-
laştırma ile etkili bir biçimde işlem görürler.

Borosilikat $300 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den soğuk su sıcaklığına kadar soğutulmak
suretiyle özelliğini korur; fakat soda kireç $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 'nin üzerinde yapı-
lan soğutma işlemi ile kırılır.

Termal şok özelliklerinin önemi ve farklı kimyasal genleşme kat-
sayıları, bileşimlerle değiştirilen verimliliğin ölçüsüdür.

Mukavemet

Malzemelerin dayanıklılığı yalnızca tek bir açıdan tanımlanama-
yacak bir özelliktir. Kompresyona dayanabilme yeteneği, gerilme,
eğilme, burulma, kesme ve onların farklı moleköl yapılarından türe-
yen diğer gerilmeler ve onların kendi iç yapısındaki süper moleköl-
ler yapılar malzeme içerisinde genellikle eşit olarak uniform edilme-
miştir. Kuvvetlendirilmiş beton icadı, özel gereksinimleri sağlamak
için birlikte kullanılan, baskı ve gerilmeler için iyi tasarlanmış malze-
meler bileşiminden oluşur. Cam, olağanüstü kimyasal ve kristallen-
memiş pseudo sıvısı ve farklı, yaygın, dayanıklı nitelikleri ile kırılğan
bir malzemedir. Birçok inşaat malzemesi özellikle onların dayanıklılığı
için kullanılırken, camın genellikle mühendislik malzemesi olarak
görölmesi ve düzgün olmayan camların öngörüleemeyen dayanıklılığı
onların bir diğer temel dezavantajını oluşturur.

Bu öngörülemezliğin doğasını ve onun önemini anlamak için mü-
hendislikte gerekli olan dayanıklılık kavramının anlaşılması oldukça
önemlidir. Hesaba katılan temel kavramları sertlik ve alışmamadır.

Genellikle malzemelerin mukavemet tartışması olarak anılan ger-
ilmeler, çekme, kompresyon ve kesme gerilmeleridir. Elementer ter-
rimlerde fenomenler açıktır. Baskı altında malzemelerin yerleştiril-
mesi gerilmeye (boyutların dönüşümü) neden olur. Gerilim malze-
meleri erken dönemlerinde, çoğunlukla orjinal şekillerine dönebile-
cek olan elastiklerden oluşmuştur. Bununla birlikte onlar yüksek ger-
ilim seviyelerinde dönüşmeyi reddederler: Bu düzeye elastik sını-
rı denir ve yapısal bir unsur olarak malzemenin etkinliğini gösteren
bir ölçüdür. Yüklemenin ardından, kaldırılan yükten arta kalan ışık
huzmeleri daha faydalı olacaktır. Elastik sınırının ötesinde daha fazla
baskı uygulamak sonuçta başarısızlığı beraberinde getirir. Malzeme-
ler elastiklik sınırları, başarısızlık noktaları ve ayrıca rijitlikleriyle ka-
rekteze edilirler: Baskı altında şekillerinin dönüşümüne direnç gös-
teren genleşmeyi ifade eder. Rijitliğin, bir malzemenin yapısal per-

formansını gerçekleştirme yeteneğinde önemli bir ölçüt olduğu kolaylıkla anlaşılacaktır.

Rijitlik, şeklinin değişmesine direnç gösteren ve onun içsel kalitesini gösteren bir kavramdır. Gerilmenin ölçümünün bir diğer önemi, baskı altında şekil değiştiren ve Young Modülü(E) olarak bilinen modüldür ve şu şekilde ifade edilir:

$$E=\text{baskı/gerilme}$$

Şeklindeki dö nüşümleri ölçen bir kavramdır. C/L dönüşüm miktarı olarak ve L ise orijinal boyut olarak tanımlanır. Eğer C=L olursa daha sonra dönüşüm miktarının orjinal uzunluğuna nasıl eşitlendiği anlaşılabilir: Malzemenin uzunluğu iki katına çıkmıştır. Böyle bir durumda gerilme 1'e eşit olur. Bütün bunları birlikte ele alıp, kırılmadığını varsayarsak, malzemenin uzunluğunu iki katına çıkarmak için etkili bir çekme gerilimine, "Young Modülü", ihtiyaç duyulur. E değerinin büyüklüğü, belirli bir gerginlik yaratmak için gerekmektedir.

Bazı pratik örnekler vermek için elmasın genç modülü(oldukaça rijit bir malzeme) 1,200,000 MN/m² ve biyolojik doku çevresinde yaklaşık 0.2 MN/m²'dir. Alüminyum alaşımları genel olarak 73,000 MN/m², çelikler ise (çok daha katı) 210,000 MN/m² civarındadır ve aşıpalar genellikle 11,000 MN/m²'dir.

Cam, 70,000 MN/m² civarında Young Modülüne sahiptir, bu sayede oldukça yaygın baskı altında şeklinin değişmesine karşı gösterdiği direnç sayesinde yapısal malzeme olan alüminyuma benzerliğini göstermektedir.

Young Modülü malzemelerin doğal özelliklerini anlamaya çalışırken, teknisyenler elementin yapısal davranışlarının nasıl olduğuy-la ilgilenir. Rijitlik kavramı, bunların yapıldığı malzemelerin fiziksel özelliklerinin yanısıra şekline de bağlıdır. Bir elementin katılığı veya yapı elemanı hem Young Modülünün hem de şeklin bir sonucudur ve şu eşitlikle ifade edilir:

$$\text{Rijitlik: } E \times I$$

I'nin kapladığı alana 2. moment adı verilir. Bölgenin bu 2. moment alanı faktörün kesit şekli ile ilgilidir. I girişlerini bu kadar etkili kılan 2. bölgenin alanı nötr eksene doğru uzanır (şeklin merkezi)

Rijitlik ve Young Modülü, bir mühendisin faktörün tasarımında dayanıklılık unsuru olarak dikkate aldığı unsurlardır ancak aynı zamanda bir mühendisin başarısızlıkla ilgili özelliklerini da bilmesi gereklidir. Buna ek olarak rijitliğin, geleneksel kompresyon veya gerginlik miktarının göz önünde tutulması malzemenin başarısız olmadan veya elastik özelliklerini, şeklinin, kıvamını kaybetmeden önce daya-

nabilir olduğunu gösterir..

Betonlarda olduğu gibi cam da kompresyonda oldukça güçlü, nispeten gerilmelerde zayıftır.

Sıkıştırma için genel değerleri	1000 N/mm ² ,
damtaşı için	75-200 N/mm ² ve
granite için	90-146ve 70 N.7mm ²
beton için	7.5 ile 70 N/mm ² 'dir.
Gerilme için genel değerleri	100 N/mm ² .
alüminyum için	60-100 N/mm ² ve
yumuşak çelik için	500 N/mm ² civarındadır.

Bu değerler teknisyenlerin sözlüğünde camın yerleştirilmesinde kullanılmak için bulunur. Diğer taraftan cam dayanıklılık açısından konveksiyonel bir malzeme değildir. Camın stres direnci, uygulanan yükün mesafesine ve daha çok camın yüzeyinin doluluğuna bağlıdır.

Cam çekme dayanımlarının teorik değerleri, onları kırmak için gerekli olan enerjilere ve cam şebekesi olarak bilinen kimyasal bağlara dayanmaktadır ve onlar aslında üretilen ürünlerin elde edilmesinde diğerlerinden yüz kat daha iyidirler. Yüzeylerindeki çok sayıda tesadüfi mikro çatlaklar, teorik gerilmelerin daha altında olan uygulamalı gerilmelerde ortaya çıkarlar ve bu sebeple yüzey kaliteleri bileşimlerden daha önemlidir.

Giffith'in tarihsel önemi ve onun yüzeye ilişkin çalışmaları bu kitabın ikinci kısmında belirtilmiştir ve onun yüzeyinde camın eğiliminin başarısız olduğu görülmektedir. Griffisürleri ve camı oldukça kötü etkileyen yüzey hasarları onun mühendislik malzemesi olarak kabul edilmesini şüpheli hale getirmiştir. Griffisürleri camın mukavemetini yaklaşık olarak 20 GP'den 3 GP'ye düşürür. Şamandıraların mukavemeti yaklaşık olarak 200 MP civarında değişir fakat kullanılan tasarım mukavemeti, yüzeydeki kusurları gösteren havalandırma ve genel aktarma etkisini hesaba katmak için 50 MP aralığının sonundan daha düşük ve aşağıdadır. Bu, cam için 2.5 fiber şeklinde bir mukavemet ile karşılaştırılır. Cam bileşimleri ve dayanım değerleri arasında belirgin ve doğrudan bir ilişki vardır. Normal sıcaklıklarda cam bir plastik gibi değildir ve elastik limiti aşıldığı zaman kırılır. Camın moleküler bağları kuvvetli olmasına rağmen onun benzersiz kimyasal ve kompleks yüzeyi ile üretilen ürünler camları güvenilir malzeme haline getirmiştir.

Bu sebeple bir çok cam bilimi dayanıklılığa sahip ancak farklı stres seviyelerinde değişebilen sağkalım yeteneklerini dikkate al-

mayı tercih eder. Bu, Welbull analizini içerir: büyük hazneli 20 Welbull modülü teknisyenler tarafından kabul gören ve tutarlı malzemelerle ilgilidir. Beş adet Welbull modülü cama benzeyen ve değişken malzemeyle ilgilidir. İronik bir biçimde deney yapanlar onları daha tutarlı hale getirmek için mukavemetlerini düşürmek suretiyle camları aşındırmışlardır. Cam yapıcılarının daha az satış yapmalarına neden olmasına rağmen, yüksek mukavemet ve yüksek Welbull Modülü sağlamak, teknisyenlerin açıkça mutluluk duyacağı bir şeydir.

Cam mukavemeti ve yüzey kalitesi, sayfa 69-3 'de detaylı bir biçimde tanımlanan ısı veya kimyasal sertleştirme ile değiştirilebilir. Isıl sertleştirmede cam ısıtılır ve daha sonra hızla içindeki çekme gerilimini ve yüzeydeki baskıyı azaltmak için soğutulur. Temperlenmiş camda maksimum çalışma sıcaklığını düşürmenin masraflı beş kat azaltılmış mukavemetle sonuçlanır (cam 300 °C 'de temperlenmeye başlar) fakat temperlemenin ardından camın kesilememesi ya da çalışmaması gibi temel dezavantajlara maruz kalınır. Kimyasal temperleme, potasyum iyonlarının yerini sodyum iyonları almasıyla benzer sonuçlar oluşturarak etkin bir şekilde sıkıştırılır.

Sertlik

Malzemedeği sertliği, onların aşınma, çeltiklenme vb durumlarla karşı dayanıklılığını tanımlamak zordur. Çizme testleri Moh sertlik ölçeğini kullanır. Diğer testler, çeltikleme direncinin bir ölçüsüdür. Camlar çelike kıyasla, doğası gereği sert malzemelerdir ve onların en önemli özellikleri sertlikleri ve sırlarının temelidir.

1- 10 aralıklı Moh ölçeği magnezyum silikattan elmasa kadar 1'den 10'a kadar değerler alır. Silisin doğal bir biçimi olan kuvarsın dayanıklılığı 7, soda kireç camının ise 5.4 -5.8 aralığındadır.

Kimyasal mukavemet

Camın sertliği onun kimyasal mukavemeti ile ölçülür. Camın kimyasal saldırılara direnme yeteneği, konteynır yapımında kirlenme olmadıği için önemlidir. İçerisindeki malzemeleri kontrol imkanı sağladığı için saydamlık oldukça büyük bir avantajdır.

Kimyasal mukavemet genel olarak tablo 40'da gösterilen 1-4 ölçeği ile ölçülür. Bu su, asit, sudan ayrışma ve sülfür oksitle ilgilidir. Ayrışma korozyonları bir yılda sekiz mikron ile sıralanır. Özellikle sert borosilikatlar asite dirençlidir ve soda kireç camları, alkali hücumlarına dayanıklı olarak üretilebilirler. Diğer taraftan birçok cam kirece derişik yakıcı sodalara (sodyum hidroksit) ve sonuç olarak dağlamada kullanılan hidroflorik ve fosforik asit saldırılarına karşı duyarlıdır.

Ayrışma mukavemeti

Bu, sertliğin ve kimyasal mukavemetin kombinasyonunun sonu-

cu olan kimyasal saldırılara karşı direncinin olup olmamasına ve bozulmamış ışık ileticisi çalışması için temizleme ihtiyacına bağlıdır.

Özgül Ağırlık

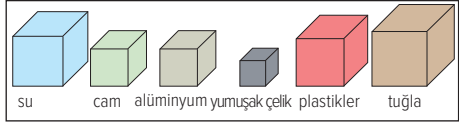
Bir malzemedeki yüksek özgül ağırlık belli açılardan avantajlar sağlamaktadır (örneğin ses yalıtımı) fakat genellikle yüklemeye, sağlamlaştırma ve dayanak sağlama zorluğuna katkıda bulunarak dezavantaj yaratırlar. Cam, özgül ağırlığı soda kireci için 2.47 ve erimiş silika için 2.2 olan ince bir malzemedir. Kurşunlu camların özgül ağırlığı 3 ile 6 arasında değişmektedir. Eritkenlerin ve düzenleyicilerin ilaveleri özgül ağırlığı artıma etkisine sahiptirler. Karşılaştırmalı olarak özgül ağırlık alüminyum için 2.7, demir için 7.86 ve saydam plastikler için 1.1- 1.2 aralığındadır. Plastiklerin düşük özgül ağırlıkları cama alternatif hafif agrega olarak kullanılmasında önemlidir.

Özgül ağırlık : Bu küpler aynı ağırlıktaki küplerin farklı hacimlerini göstermektedir.

11.Özgül Ağırlık.

Bu küpler aynı ağırlıktaki küplerin farklı hacimlerini göstermektedir.

11



Ateşe dayanım

Klasik pencere camının ateşteki performansı oldukça zayıftır. Son zamanlara kadar, ateşte sırlamaya maruz kalmış olan yapısal bütünlüğü sağlamak için gömülü kablo kullanımı, mukavemetin sağlanması için tek etkili yol olmuştur. Fakat şimdi borosilikat camlar gibi güçlü, düşük genleşen malzemelerin kullanımı, sandviç sisteminin icadı, ateş bariyeri gibi ateşe dayanıklı potansiyel sırlamaya dönüşmüştür.

Ses yalıtımı

Cam tıpkı bir duvar gibi çoğunlukla ses yalıtımının gereksinimlerini karşılamak zorundadır. Camın ince bir plaka olarak başarısı sınırlıdır fakat, eğer kalın cam bileşenleri özellikle farklı frekanslardaki seçici sesleri ve titreşimleri kontrol etmek için kullanılırsa, çoklu sistemler iyi bir yalıtım sağlayabilirler. İyi bir performans sağlanmak isteniyorsa ses emici astarlarda yeterli boşluğun olması esastır (örneğin hava alanı kontrol kulesi için gereklidir) Lamine camlar ayrıca klasik tek camla kıyaslandığında ses yalıtımında gelişme sağlamıştır.

Işık iletimi

Radyasyon iletimi ve ışığın doğası

Camın yapı malzemesi olarak kullanılması tasarımcı için onun tüm fiziksel özelliklerini hesaba katmasını gerektirir. Camı eşsiz kılan, özellikle görünür ışık ve radyasyon iletim yeteneğidir.

Tasarımla ilgili olarak camın karakteristik performansı ışığın iletimidir ve ışık gizemli bir olgudur. Işık iletimi, James Clerk Maxwell kendi elektromanyetik radyasyon teorisini doğru kabul edene kadar farklı dalga boylarında veya sürekli olarak zenginleştirilen toz teorisinde tanımlanmıştır.

Dalga boyu fikri, kırılma ve karışım fenomeninde görülen belli periyotların ve radyasyonun doğasının anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Işığı dalgalarda yayılmış olarak kabul ederek dalgalar ve onlarla meydana gelen frekanslar arasındaki mesafe dönüşümlerini daha rahat anlayabiliriz.

Atomlar titreştiğinde ve uyarıldığında çeşitli gazlarla ve saydam olmayan katılarda soğurulmuş, boşlukta kolayca ilerleyerek çarptıkları her şeyle etkileşime giren foton şeklinde deşarj olduklarını tane-cikli yapıda olmasını hesaba katarak daha iyi anlayabiliriz. Vücut sıcaklığı mutlak sıfır olarak bilinen sıcaklığın üzerinde seyrederse, tüm maddelerin taşınabileceği sıcaklık -273°C , bu hareketle ilgili olarak enerji hararet olarak dikkate alınan elektromanyetik radyasyon şeklinde dışarı atılır. Radyasyon frekansları ve radyasyondaki en kısa dalga boyu tersine dalga boyuyla orantılıdır.

Genel olarak günlük hayatta karşılaştığımız dalga boyları bir kaç milimetre ile birkaç kilometre arasında değişen dalga boylarını, X-rays ve gamma ışıkları ile birlikte radyo dalgalarını içerir. ($\text{nm}=\text{nanometre}$ ve $1\text{ nm}=10^{-6}\text{ mm}$ veya milimetrenin milyonda biri)

Sıcak hava kütlesi tarafından dışarı atılan enerji, (-273°C 'den daha sıcak olan herhangi bir kütle) farklı dalga boylarında ne kadar enerjinin atıldığını gösteren bir eğri tarafından karakterize edilmiştir. Fizikçiler, ideal malzemedan yapılmış kütlelin şekli ve farklı sıcaklıklarda yayılan kütlelerle karakterize edilmiş yumuşak eğrilere verilen kara cisim radyasyonunu, matematiksel olarak tahmin edebilirler. Bir malzemenin karakteristik yayılması ve soğurulması orantısal olarak gerçekleşir ve kara cisim (mükemmel bir radyasyon emici) mükemmel bir yarıcıdır. Aslında kara cisimler ideal ve homojen malzemeler değillerdir. Onlar eşsiz bir şekilde enerjinin yayılmasına neden olan kimyasal atom yapılarından oluşmuşlardır. Bu eğri her malzeme türü için yumuşak değildir, fakat eğrinin moleküler yapısından kaynaklanan zirvelere ve dip değerlere sahiptir. Bu eğri genel olarak inişli çıkışlı yapısına rağmen enerji çıktılarının nerede zirve yaptığını gösteren pozisyonu tarafından tanımlanır.

Gezeganimizde oldukça faal olan güneş ışığı, 5900 K sıcaklıkta ki kara cisimle benzer şekilde ve pozisyonda olan eğri ile enerjiji yayar. Bir lamba içinde güneş ışığına benzetmeye çalıştığımız bu sıcaklık ayrıca başka alanlarda renk sıcaklığı olarak tanımlanır.

Güneş spektrumu (güneşin radyasyon yaydığı dalga boyu bantları) yaklaşık olarak 300-2100 nm dalga boyu arasında uzanır. Bu ışık, yaklaşık olarak 400 ile 780 nm arasında değişen dalga boyu ile insan gözünün tepki verebileceği ışığı gösterir. 300 ile 400 nm arası ultraviyole alanı ve 780 ile 2100 nm arası yakın kızılötesini ifade eder. Solar radyasyonun içeriği 500 nm civarında zirve yapan tipik kara cisim eğrisi tarafından tanımlanmıştır. Test edilmiş etkin solar spektrumu, miktar ve dağılım açısından uygun malzemelerin geçişi ile değişmektedir. Şekil 13,uzaydaki bir eğriyi ve yeryüzündeki tipik bir noktayı kara cismin emisyon eğrisi ile karşılaştırarak göstermektedir. Biz uzun dalgaboyunun tersine orantısal olarak daha düşük enerji yarattığını fark ettik. Üstelik enerji, solar eğrisinden de anlayabileceğimiz gibi güneş tarafından yansıtılan ve enerji spektrumunun sonunda 500 nm civarında, dışarı atılan küçük orantısal enerjiyi gösteren eğriyi takip eden güneş ışığı tarafından yansıtılmaktadır.

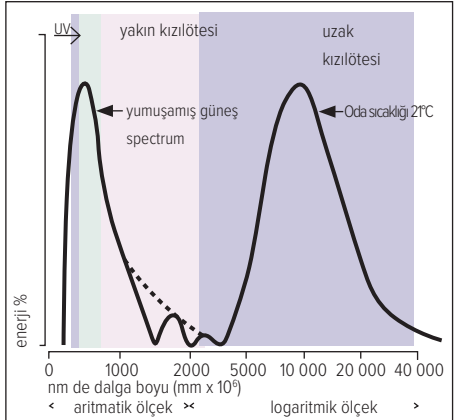
Solar radyasyon enerjisinin içeriği aşağıdaki şekilde parçalara ayrılmıştır:

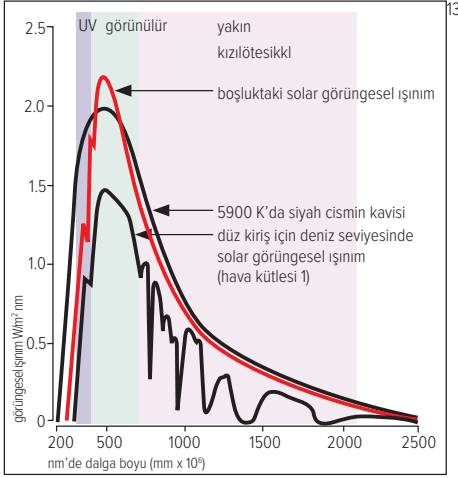
ultraviyole	% 3
görünürlük	%53
yakın kızılötesi	%44

12.Solar radyasyon ve oda radyasyonu

Bu iki kavisi solar radyasyonun farklı dalgaboyu dağılımını ve 21°C'de bir malzemenin yaydığı radyasyonu göstermektedir. Dikey ölçek mutlak enerji yayımından arta kalan eğriler açısından aynı değildir.

12





13. Güneş ışığının görüngesel dağılımı

Güneş ışığı yaklaşık olarak kara cisim ışıması olarak bilinir. Siyah cisim ışıması opak duvar ile kapalı bir boşlukta termal radyasyon olarak tanımlanır. Bu, kesintisiz spektrum tarafından karakterize edilmiştir. Işık kaynaklarının rengi (örneğin volfram filamenti ve floresan lamba) genel olarak kara cisim eğrisinin en yakınında tanımlanır. Atmosferin neden olduğu enerji kaybı ve farklı dalga boylarında oluşan gerilim düşmeleri deniz seviyesinde test edilmiş güneş ışığı görüngeselinin sağlamlık için birleşir.

Tüm bu enerji, malzeme tarafından soğurulduğunda neticede ısıya, yapı veya cam olup olmasına göre ısıya dönüştürülür. Böylece, ısınan hava kütlesi onun sıcaklığına karşılık bunu dalga boylarında yayarak kendi ısını yayacaktır. Örneğin güneş ışığı tarafından ısıtılan karpert aracılığıyla yayılan radyasyon, uzun dalga boylarında oluşur (3.000-50.000 nm). Aşağıda kısaca açıklandığı üzere; cam kısa dalga boyu güneş enerjisinin kusursuz bir ileticisidir. Ilık karpert radyasyon emisyonu veya ılık hava daha uzun dalga boylarında tamamen opaktır ya da emicidir. Camın performansını anlamak için onun seçici saydamlığının ve soğurganlığının ne kadar önemli olduğu anlaşılabilir.

Saydamlık ve foton

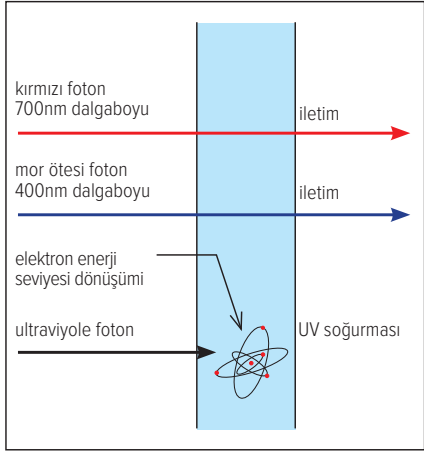
Işık iletimi, bir dalga fenomeni olarak hesaba katılmasına rağmen dalga boyu ve frekans bakımından tartışılmıştır. Saydamlık kavramı malzemelerin atomsal yapıları ile etkileşimde bulunan parçacıkları dikkate almayı gerektirir. Bu iki görüş kuantum teorisinin tipik varsayımdır. Fotonların camdan nasıl geçtiğini, dalga boyu ile ilişkili olarak nasıl enerjini tuttuklarını veya nasıl kaybettiklerini bilmek, iletim performansları öngörülebilen yeni malzemelerin geliştirilmesinde oldukça önemlidir.

Ahşap, beton, çelik gibi aşına olduğumuz birçok yapı malzemesi günlük hayatta sık sık karşılaştığımız opak türleridir. Bununla birlikte cam kendisini tasarım alanında ve diğer çeşitli kullanımlarda özel bir ürün kılan solar spektrumun görülebilir bir parçasıdır.

14

14. Fotonlar,

saydam malzemenin farklı enerji seviyeleri ile kendi enerji seviyeleri uyumlu olduğu zaman absorbe ederler. Bu filtreleme işleminin esasını oluşturur.



Elektromanyetik radyasyon teorisinin partikülleri farklı enerji seviyelerindeki fotonlardan oluşan ışığı sunar ve bu enerji seviyeleri bizim tarafımızdan görülebilen renklere uyum sağlar. Foton enerjisi tersine dalga boylarıyla orantılıdır: yüksek foton enerjisine düşük dalga boyu örneğin enerjinin sadece %57'sine sahip olan 700 nm dalga boyunda kırmızı ışıklı foton, 400 nm dalga boyunda mor ışık ile ilgilidir. Hareket fotonları ile ilişkili olan soğurma ve iletim fenomenini onları etkileyen malzemelerin atomları ve molekülleri üzerindeki elektronlara sahiptir.

Malzemelerin atomik yapısı pozitif yüklü çekirdekleri farklı enerji seviyelerinde negatif yüklü elektronlar etrafında birleştirir. Görülebilir ışık kızılötesi ve ultraviyole radyasyondan sorumlu enerji fotonları farklılıklara uyum sağlar. Eğer fotonların enerji sınırı elektron yapıları arasındaki farklı enerji seviyeleri ile uyum sağlarsa, fotonlar arasında ki ana sorun bu elektronların birbirlerini etkileyecek olmasıdır.

Fotonların etkileşimi elektronların daha yüksek enerji seviyelerine iletimini sağlar. İlgili fotonların renklerinin soğurulmasına uygun olarak fotonlar soğurulmaya başlar. Bir malzeme soğurulduğu za-

man bir foton matrislerin vibrasyonu için fazla enerjiyi kaybedebilme yeteneğine sahip olur. Uzun dalga radyasyonunda olduğu gibi, bu işlem malzemenin sıcaklığında bir artışa sebep olur.

Mükemmel bir saydamlık için, elektron enerji durumunun değerlilik ayırımında olan bir malzeme, fotonların enerji seviyelerine uygun olmamalıdır. Bu koşul yerine getirilmediği ve malzeme belirli bir renk foton enerji seviyeleri ayırımına sahip olduğu takdirde, renk soğurumu daha sonra olacaktır. Biz bu bilginin iletim, soğurma ve yansımada performansında bize nasıl teorik bir temel sağladığını daha sonra anlayacağız.

Camda veya diğer renksiz saydam malzemelerde, görülebilir bölgelerdeki fotonlar soğurulmaz. Camların birçoğunda elektron enerji dağılımı değerliliği, onların genellikle nasıl ultraviyole ışıkları soğurduğunu gösteren görüngeğin ultraviyole kısmında gerçekleşir. Bununla birlikte eğer saydam malzemeler parçalarına ayrılmış olursa, yarı saydamlığı sağlayarak rastgele çok sayıda yönlendirilmiş yüzeylere ışığı dağıtmaya yardımcı olur.

Camın Işık İletimi

Işık iletim etkisi olmayan fotonlar %50'nin aşığındadır. %50 ışık iletimi için mümkün olan en iyi teorik ısı performansı % 26 solar ısı iletimi civarındadır. (soğurmaya ve yeniden ışımaya izin veren yaklaşık %49'luk solar ısı iletimini vererek) Camın görülebilir rengi onun özel spektral soğuma dizisinin bir sonucudur. Böylelikle yeşil cam ortaya çıkar, çünkü gözlemlerden yansıyan ışık diğer spektral dalga boylarının soğurulmasına izin verir.

Birçok hafif boyalı cam kütesinin yüksek performans göstermesi, kızılötesi radyasyonu soğurmak için gerekli olan çeşitli miktarlardaki demir okside, kobalt okside selenyuma ve camın rengini etkileyen diğer kimyasal maddelere bağlıdır.

Renklendirmeye ek olarak cam ışığın iletimini azaltmıştır. Ticari amaçlı camlar genellikle demir oksit içeriklerini tanıtıyormuş gibi renklendirmeyi de anlatır, böylelikle görüş açısı yani camın termal verimlilik oranı azalır.

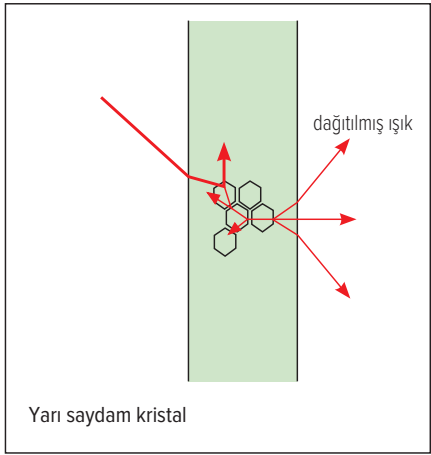
Düz camlar için kullanılan standart karışımlar tüm ticari amaçlı pencere camlarının %99,5'ni oluşturur. Kalan %5'lik kısım esasen demir ve demir oksit, küçük miktarlarda kobalt oksit, selenyum ve nikel oksit karışımından oluşur.

Küçük miktarlarda yapılan renklendirme, ince ayar yapılmasını gerektirir. Örneğin, 4000 kg ağırlığındaki sırça yükü üzerinde 180 gram ağırlığındaki kobalt oksit, bronz ve gri cam arasında farklılık yaratır.

15 Yarı saydamlık,

tipik olarak ışık demetinin dağılması- na neden olan çok- lu yansımaların mey- dana geldiği krista- limsi malzemelerde oluşur.

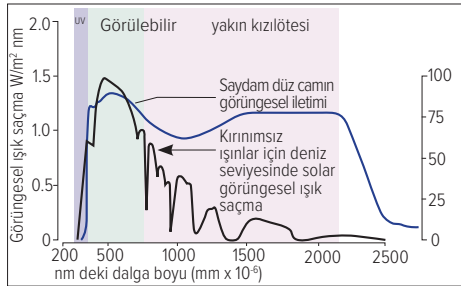
15



16. Soda Kireç ca- mının iletimi:

Tipik bir soda ki- reç camının görün- gesel iletimi, solar görüngenel ışık ya- yılımı ile ilgilidir. Fa- kat yakın kızılöte- sinden yüksek mik- tarda arta kalan- lar, 2000 -2500 nm arasında önemli de- recede düşme gös- terirler.

16



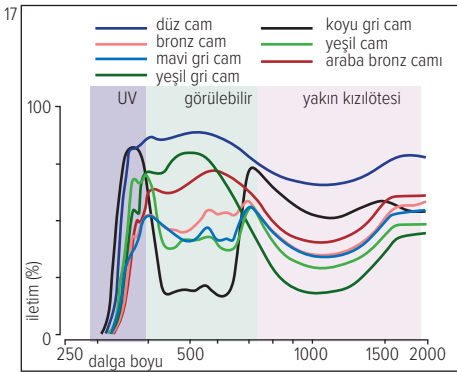
Demir oksit harcamalarındaki renklendirmeyi artıran cam karışım- ları, görülebilir spektrumlardaki ısı aktarılabili- rliğini artıran özeliği ile karakterize edilirler. Seçici nakledilebilirlik ve farklı camların soğurulmasını izleyen ölçütler tanımlanmıştır.

- Baskın dalga boylarının iletimi: Kirişteki en baskın ışığın dalga boyu, iletimdeki en baskın rengi verir. Camlar 2 veya 3 zirveli ışık iletimi ile karakterize edilmişlerdir. Bir çok cam için görülebilir mor spektrumun sonu yaklaşık 400 nm'dir.
- 1.50 nm'de iletim: Bu dalga boyları işler durumdaki soğurulan cam-

ların ana katkı maddeleri olan demir oksit tarafından oluşturulan soğurulma bantlarının merkezini oluşturur.

• **Renk saflığı:** Bu uyarma saflığında tanımlanabilir, naturel tonlar düşük saflığa sahiptir (%10 veya daha aşağısı daha saf renkler, %40 veya daha fazlası saf olmayan renkler olarak sıralanır).

- **Işık iletimi:** Bu görülebilir spektrumların tamamında ölçülür
- **Kızılötesi iletimi:** Bu, 750 nm'den yüksek dalga boyunda ölçülür
- **Toplam iletim:** Bu, soğurmadan sonra tekrar yansımayı içeren solar radyan ısısının toplam iletimidir.



Şekil 17'deki eğriler, tipik hafif boyalı 6 camın spektral iletimini düz camlarla karşılaştırır. Üreticiler ürünlerini tamamladıkları ve patentlerini korumaya çalıştıkları zaman kendilerinin spesifik karşımlarını çeşitlendirirler.

Düz camlar (6 mm)

İletimdeki baskın dalga boyu 500 nm

1,050'deki iletim	%65
Renk saflığı	%1
Kızılötesi iletimi	%70
Toplam iletim	%84

17. Camların karşılaştırmalı enerji iletimleri:

Bu grafik, tipik bir camın yüzdesel iletimini göstermektedir. Yakın kızılötesiyle benzer olarak görüngenel kısımlardaki iletim önemli derecede azaltılmıştır. Işığın kesilmesi tarafsız olmazsa pencere camının kimyası genellikle görülebilir alanlardaki iletimi maksimum yapar. Bu noktadaki yeşil camın dağılımı önemsizdir. Belirli camların performansları için üreticilere danışılmalıdır.

Bu eğri 1050nm'deki kızıl ötesi alanda ana demiroksit bandı olan ve 440 nm, 420 nm ve 380 nm bantlarında soğuran üç demiroksit tarafından karakterize edilmiştir. Bu son bant kırmızı renkte yumuşak bir dip noktasını ve cama karakteristik yeşil rengini veren spektrumun kızıl ötesi bölümün içermektedir.

Yeşil cam (6 mm)

İletimin dominant dalga boyu 497 nm

Renk saflığı %18

Işık iletimi %76

Kızılötesi iletimi %25

Toplam iletim %61

Bu eğri düz camla benzer özellikler taşır, her ikisinin de kurucuları aynıdır. Bu durum %20'den daha az 1050 nm civarında bir iletimin gerçekleşmesini sağlar. Böylelikle ışık iletimi %85'ten %74'e düştüğü zaman toplam iletim de %84'ten %61' düşmüş olur. Yeşil demiroksit camı kendisinin toplam iletim özelliklerinden dolayı mükemmel bir performansa sahiptir.

Bronz araba camı

İletimdeki baskın dalga boyu 574 nm

1,050'deki iletim %42

Renk saflığı %7

Işık iletimi %71

Kızılötesi iletim %48

Toplam iletim %69

Bu eğri görülebilir kırmızı spektrumun sonunda iletimin zirvesinde hareket eder ve demiroksidin %0,5'den %0.39'a düşmesinden ötürü 1050 nm'de yeşil camdan daha az soğurulmuş kızılötesiye sahiptir.

Mimari bronz camları

İletimdeki baskın dalga boyu 580 nm

1,050 nm'deki iletimi %36

Renk saflığı % 6–12

Işık iletimi %50

Kızılötesi iletimi %42

Toplam iletim %61

Bu camlar bronz araba camından %25 daha az demir oksit içermesine karşın beş kat kobaltoksit ve yaklaşık iki kat selenyum içerirler. İletimin zirve noktaları 580nm ve 700 nm'de (kırmızı spektrumun bitiminde) ve 590 -640 nm' deki kobalt oksit tarafından ılımlılaştırılan selenyumun renklendirildiği kısımda gerçekleşir. Bu eğri kızılötesi dalga bantlarında %20 bronz araba camını ifade eden eğriyi de içerir.

Hem Avrupa hem de Amerika'da %70-75'den daha fazla ışık iletimine sahip araç sınırlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Üreticilerin demir oksitteki ısı verimliliğini azaltmasına rağmen, neden daha fazla kobaltoksit ve selenyumu (görülebilen iletimi azaltan ve görülebilir iletim eğrisinde darbelere meydana getiren) dikkate aldığı sorusu sorulabilir. Cevap çoğu zaman müşteri talebinde gizlidir.

Gri/yeşil mimari camlar (6 mm)

İletimdeki baskın dalga boyu 510 nm

1,050 nm'deki iletimi % 30

Renk saflığı % 6

Işık iletimi % 42

Kızılötesi iletimi % 40

Toplam iletim % 58

Bu cam mimari bronz camlarda olduğu gibi demiroksit bileşenlerini içerir. Fakat % 60'dan fazla kobaltoksit içerir, diğer taraftan nikeloksidin kahverengi renk verme ihtimaline karşılık hiç selenyum içermez. Bütün gri camlarda olduğu gibi spektrumun sonunda ve engibeli yerlerde bu eğri, görülebilir spektrumlardaki oldukça yoğun miktarda soğurmayla karakterize edilir.

Gri/mavi mimari camlar (6 mm)

İletimdeki baskın dalga boyu 465 nm

1,050'deki iletimi	% 35
Renk saflığı	% 6
Işık iletimi	% 41
Kızılötesi iletimi	% 42
Toplam iletim	% 61

Bu cam, hem demiroksit hem de selenyumun mimari bronz devrelerinin daha çok veya daha az bileşimini içerir, diğer taraftan iki kat kobaltoksit içerir. Bu eğri farklı alanlardaki görülebilir spektrum darbeleriyle çok benzerdir. Gri/ mavi mimari camlar düşük kızılötesi aktarılabirliği, %70 civarındaki mor ötesi ve ultraviyole iletimi ile karakterize edilirler.

Koyu gri camlar (5 mm)

İletimdeki baskın dalga boyu 491 nm

1,050 nm'deki iletim	% 51
Renk saflığı	% 3
Kızılötesi iletimi	% 58
Toplam iletim	% 57

Düşük ışık iletimi için tasarlanan bu camlar, düz camlarda olduğu gibi demiroksit içerir ve tıpkı demiroksitte olduğu gibi aynı miktarda nikel oksit ve kobalt oksit içerir. Hiç selenyum içermez. Bu eğri, görülebilir kırmızı spektrumun sonunda mor ötesi ve ultraviyole aktarılabirliğe sahiptir. Bu eğri, görülebilir spektrum iletimleri 430–630 nm aralığında olan düz camlarla benzerlik gösterir, ışık iletimi %85 'den azdır ve % 20 civarında kesintiye uğrar.

Kaplamalar

Camın radyasyon iletimindeki performansı, kaplama teknolojisi ve yüzey modifikasyonunun ortaya çıkmasıyla son yirmi yılda kökten değişmiştir.

Yüzey modifikasyon teknolojileri genellikle birincil üretim düzeyinde, camın yüzeyindeki veya camın içeriğindeki dönüşümlerle ilgilendir ve kaplama tavllanmış veya temperlenmiş camın üzerine döşenmiş olan çok ince filmlerle ilgilendir.

Yüzeyleri ilk defa değiştirilen ve kaplanan ürünlerin birçoğu görünüşte güneşin sebebiyet verdiği aşırı ısınmayı azaltmayı amaçlayarak cam yansımalarıyla ilgilenir. İlk ürünler yüzer malzemelerle hem astarlı üretim hem de ikincil kaplama olarak formüle edilmişti fakat kaplamalar bazı zamanlar dengesizliğe neden olur: Bu durum, yüzey modifikasyonunda gelişme sağlayabilmek için yüzer malzemeler üzerinde on yılını harcayan Amerikalı bir üretici tarafından rapor edilmiştir. Problemler Pilkington's Spectrafloat ve Reflectafloat gibi ürünlerde ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan üretim karmaşası ve istikrarlı ürünler üretebilen malzemelerin sınırlı paletleri göz önüne alındığında bu ilk ürünlerin çoğunun uygun bir görünüm ve performans elde ettiğini söyleyebiliriz. Onların çalışması için kullanılan tekniklerle seçilen bilindik malzemelerin bir sonucu olarak hangisinin yüzey kaplayıcısı olarak oluşturulduğu renk ve spektral davranışlar belirlenir. Malzemelerin ayrıca yanıtıcı niteliği, onların belirli bir estetik veya görüntü üretmek için gizlenmiş olan potansiyel kapasitelerini anlaşılması güç bir hale getirmiştir.

İlk ürünlerin yansıma ve iletim performanslarının bilinmesine ve onların çekiciliğinde önemli bir rolü olmasına rağmen, bazı üreticiler uzun ömürlü olmalarıyla ilgileniyordu. 1970'lerin ilk yıllarında çoğu değerli olan renkli cam kütlelerinin kalıntıları kullanıldı fakat ürünler sınırlıydı ve kaplamayı muhafaza etmek için çift sırlama yapılmasını gerektiriyorlardı.

O zamandan beri altın, gümüş, bakır ve krom gibi görece kalın kaplama malzemelerinin kullanımı sadece birkaç yüz metre kalınlığında olan atomlar gibi tam olarak püskürtülmüş ve çöktürülmüş elementler, maddeler, bileşimler kullanarak yapılmış bu, ince film kullanımının yerini almıştır. Bazı ince filmler mekanik hasarlara karşı hala savunmasızken, cam endüstrisinin sayesinde; saydam olan, birbiri üstüne dönebilir malzemeler camların yapıldığı şekilde tamamen değiştirilmiştir.

Kaplamalı camlar şu anda normal olarak birden fazla camı içermektedir çünkü kaplamaların çoğu düşük U değerlerini sağlama ve kirlenmelerden korunmaya gereksinim duyduğu için yumuşaktır.

Camın olası permütasyonlarının çokluğu, kaplama yöntemleri ve malzemeleri çeşitlendirmiştir. Onların karakteristik performanslarının açıklanmasıyla ortaya çıkan çıkarımlar genel anlamda dikkate alınır. Şimdi isteğe uygun tasarımlar yeni bir bakış açısı ile ürünlerin üretimini sağlamak için yapılmaktadır, bu genellikle üretimin gelişme aşamalarındaki performans özelliklerini, malzemelerin içsel fiziksel davranışlarını ve uygun biçimlerini tanımlamakta oldukça faydalıdır.

Kaplama teknikleri

Kaplama teknolojisi ve yaratılan ürünlerin performansları, belirtilen malzemelerin fiziksel ve kimyasal içerikleri kadar uygulama yöntemlerinin de bir sonucudur. İnce film olarak kullanılan malzemeleri değiştiren uygulama yöntemleri onlara karakteristik kalınlık özelliğini vermiştir. Bu katkı maddesi; sertliği, ayrıca rengi etkileyen mekanik özellikleri sağlayabilir. Kaplama uzmanlarının çalışması uygun teknoloji ile istenilen performans arasında bir denge gerektirir.

İnce film uygulama yöntemleri ile tamamen ikinci bölümde uğraşmıştır. Bununla birlikte performansı etkileyen süreç ve teknik talepler burada kısaca ele alınmıştır.

Yüzey modifikasyonu veya kaplama yöntemleri genellikle cam, erimiş veya sıcakken üzer malzemelerle onları ayırmak için astarlı ve astarsız teknikler olmak üzere bölümlere ayrılan ince filmlerin aşçasında tavllanmış veya sertleştirilmiş ürün içerirler.

Astarlı kaplama:

Astarlı kaplamalar aslında sıcak cam yüzeylerinde pişirildikleri için astarsız filmlerden daha serttirler. Onlar yaygın olarak çözelti çökeltileri, kimyasal buhar çökeltileri ya da yüklü tanecikleri kullanarak elektroliz yöntemiyle uygulanabilir. Tepkiyenler, onları ayıran sıcak cam yüzeylerinde, sıvı püskürtme, kimyasal buhar çökeltileri veya toz püskürtme yöntemlerini kullanarak taşınan ve ısı ayrıştırma olarak bilinen yöntem aracılığıyla bölümlere ayrılmıştır.

Astarsız kaplama:

Astarsız kaplamalar daldırma, çözelti çökeltilmesi, kimyasal buhar çökeltilisi ve fiziksel buhar çökeltilisini içeren değişik yöntemler aracılığıyla uygulanırlar. Püskürtme geleneksel gümüş kaplı ayna yapımında kullanılır. Daldırma kaplama tekniklerinde, film ısı yöntemle sertleştirilebilir. Organik filmler bu yöntemle kaplanabilir.

Yaş kimyasal çökeltilme teknikleri esasen camın yüzeyi ile çökeltilen malzemelerin çözeltileri arasındaki etkileşime bağlıdır.

Fiziksel buhar çökeltilme teknikleri, kaplanan malzemelerin buharlaşmasına bağlıdır. Basit buharlaştırma, püskürtme ve iyon kaplama yöntemlerini içeren metotlar kullanılır. Bunların arasında manyetron püskürtme yöntemi en yaygın kullanılanıdır ve elementlerle bileşikler çok ince filmler gibi kaplamada kullanılırlar.

Beklendiği üzere daha çok fiziksel özellikleri itibariyle kaplanan camların performansı, radyasyon iletimi ve yansıma hariç, camın kendi altlığında etkili bir şekilde kullanılır.

Yüzey özelliklerinin dönüşümüne bağlı olan en önemli koşul, kaplamanın kendisi tarafından yaratılmıştır. Aslında sert ve dayanıklı

camların yüzeyleri ısı olarak eritilmiş değil yumuşak ve daha reaktif malzemelerle kaplanmıştır. Mümkün olan reaksiyonlar, çoklu kaplama arasında yer alan fiziksel ve kimyasal davranışlar şu an mevcuttur ve onlar daha fazla hasar eğilimi ve bozulmanın yerini alan atl sert malzeme olarak görülecektir. Bunlar, kaplama uygulayıcısı ve cam yapıcısı olarak bilinirler böylelikle dünya çapındaki uğraşların ve önemli ürünlerin gelişimi daha iyi açıklanmış olur.

Kaplama ürünlerinin birincil özellikleri, teknik veya estetik özelliklerinin göz önünde bulundurulup bulundurulmamasına göre enerji iletimine bağlıdır. Kaplamanın asıl davranışı onun kimyasal bileşiminin, kalınlığının kaplama ve cam sınırları arasındaki enerji transferinin bir sonucudur. Radyasyon iletim fenomeninde yüzeye ve yüzey çeşitliliğine verilen önem, burada daha ayrıntılı olarak tartışılan fiziksel davranış talep analizi olarak görülebilir.

İnce film diğer saydam malzemelerle aynı biçimde davranır. Onun yüzeyindeki kırılma, yansıma ve iç yapısı, spektrum karşısında farklı oranlarda soğurmaya veya iletme neden olur. Birbiri üzerine çöktürülmüş iki ya da daha fazla ince film ilgili malzemelerin oranlarıyla birleşir veya birden fazla yüzeyde kırılma veya yansımanın doğal sonucu olarak onlara eklenerek değerini kısmen saf dışı bırakır.

Düzinelerce malzeme son zamanlarda performans düzenleyici olarak kullanılır ve çok daha fazlası test edilmiş ve değerlendirilmiştir. Tipik bir sırlama sistemi iki adet cam levhasına sahip kaplama ürünlerini kullanır ve böylece dört adet uygun kaplama yüzeyi elde eder. Farklı cam ve kaplama sayılarının mümkün olan permütasyonları hemen hemen sonsuzdur. Burada bunların hepsinden bahsetmemiz imkânsızdır ancak onların performans özellikleri ve kullanılan malzemelerin çeşitleri hakkında bilgi verilebilir.

Metal Kaplamalar

Metallik kaplamalar ilk olarak krom, kromoksit, altın ve gümüş kullanılarak fiziksel buhar çöktürülmesinin buharlaştırılmasıyla üretilmişlerdir. Altın gibi bir metalin yansıması dalga boyunun yükselmesiyle artar. Eğer altın çifte sırlanmış birimin 2 numaralı yüzeyinin üzerinde olursa, gelen kızıl ötesi radyasyonu yansır ve bir kısmı soğurur ve cam ısıtılır. Bununla birlikte uzun dalga boyu, radyasyonu içeren altın kaplama camın dışına göre daha az yayılır ve yapılarıdaki ısı enerjisi iletimi daha düşük olur. Bu tür kaplamalar düşük içsel dezavantajlara sahiptir ve spektral olarak ışık iletiminde bozunmalara neden olurlar.

Çok katmanlı kaplamalar:

Çok katmanlı kaplamalar genellikle buhar çöktürülmesinin buharlaştırılmasıyla veya oldukça ince filmlerin konulmasına izin veren püskürtme yoluyla uygulanır. Yapışma ve kırılma gibi problemler, her

biri farklı işlerde kullanılan aşırı ince kaplamaların koyulmasıyla çözümlür.

Tipik bir yansıtıcı kaplamada 4 adet malzeme, sistemin ana fonksiyonunda görev alır:

1. Kaplama: Kalay oksit, yapıştırıcı kaplama ve sodyum iyon bariyeri sağlar.
2. Kaplama: Gümüş, yansıma performansı sağlar.
3. Kaplama: Tutucu, püskürtmenin son aşamasında oksijenin çevreye ilerlemesiyle gümüş oksidasyonunu engeller.
4. Kaplama: Kalay oksit son kaplamanın sertliğini sağlar.

Kaplama 3 için hangi malzemelerin kullanılacağını belirten bir üreticinin dikkati bu teknolojinin güvenilirliğinin teknik bir örneğidir. Boyama sisteminde olduğu gibi (yalnızca 2-60 nm kalınlığındaki) birikmenin doğası karmaşıklık ve ilgili teknolojinin inceliğini belirtir.

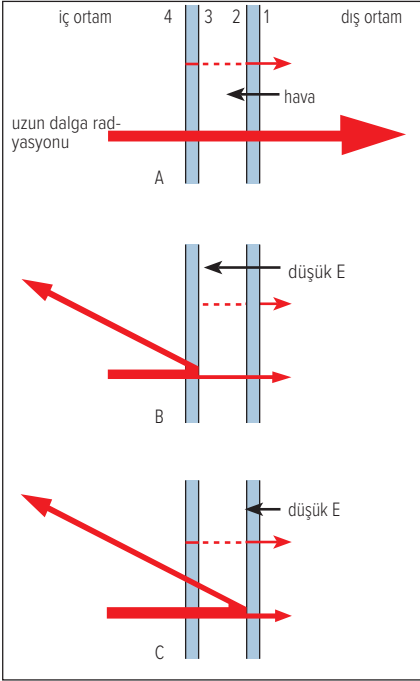
Düşük yayımlı kaplamalar:

Son on yılda veya daha fazla süredir sırlamanın performansını değiştiren düşük yayımlı kaplamalar, son yılların en önemli çoklu kaplaması seçilmiştir. Düşük yayımlı kaplamalarda termal radyasyon katsayısı düşük olan malzemeler kullanılmıştır. Bir kütlemin veya yüzeyin yayını, onun sıcaklığındaki artışın bir sonucu olarak yaydığı enerjinin oranıyla ölçülür. Kirchoff Kanunu'na uygun olarak iyi soğurucular aynı zamanda iyi birer yayıcıdır bu nedenle kötü yayılan bir yüzey çok iyi yansıyacaktır. Düşük yayımlı kaplamalar yansyan kaplamalarla benzer şekilde davranırlar fakat kısa dalga sıcaklığının yerine uzun dalga yansıması ve düşük yayınımları için seçilirler.

Bu tür kaplamalar ağırlıklı olarak görülebilir dalga boylarında (300-700 nm) ve uzun dalga boylu kızılötesinde saydamdırlar. İlgili kaplamalar 2 veya 3 numaralı yüzeyde olabilir. 3 numaralı yüzeydeki kaplama ile bu sistemde kısa dalga boylu solar radyasyon, onu ısıtan yapıların içine nakledilir. Daha sonra onların iç yüzeyleri, camdan geriye doğru uzun dalga boylu radyasyonu yaymaya başlar. Cam yaklaşık olarak bu uzun dalga boylu enerjisinin %90'ını soğurur fakat onun düşük yayımlı kaplamasıyla boşlukta bir cam yüzeyine göre 8 ila 10 kat daha az yansıyan bir miktar ısı yayılır. Kaplama 2 numaralı yüzeyde olduğu zaman 3 numaralı yüzeyden yayılan ısı geri yansır ve Pilkingtons ürününde olduğu gibi oda sıcaklığındaki radyasyon yayınıyla ilgili olan dalga bantlarındaki uzun dalga boylu, radyasyon yansımasını gösterir. Bunlar dış ortamda daha düşük ısı kaybeden düşük yayımlı sistemlerinin net sonuçlarıdır. Bütün sistem sera etkisi olarak bilinen etki içindeymiş gibi davranır.

Bu ultraviyole değerlerini önemli ölçüde azaltır ve sert kaplamaların gelişimi tasarımcıya pencere kaplamasında açık seçenekler sunar.

18



18. Çift sırlama sistemindeki düşük E boyunca ısı iletimi :

Diyagram ısı iletimlerini göstermektedir. camın ısı dönüşümlerini ve ısı transferindeki etkileri gerçeğe uygun olarak gösterir.

A: cam radyasyonu engeller.

B: radyasyon, 3 numaralı kaplamanın yüzeyindeki düşük emisyon tarafından engellenmektedir.

C: radyasyon, emisyonun dışarıya doğru çıkmasını engelleyen 2 numaralı yüzey tarafından yansıtılır.

Teknik olarak E filmlerin iki türü vardır: çok tabakalı elektrikli iletmeyen maddeler (yalıtkanlar/metaller) ve yarı iletkenler. Çok tabakalı yalıtkan maddeler daha fazla ayarlanabilir ve yarı yalıtkan olanlar daha dayanıklı olma eğilimindedirler. Yalıtkan filmlerde, tipik yalıtkan metaller indiyum oksitler, kalay oksit ve çinko oksitlerdir. Bunlar arasında gümüş en yaygın olan sandviçdir. Uzun dalga boyu radyasyon için oldukça yansıtıcıdır ve görülebilir spektrumlar için oldukça yansıtıcı olmaya başlamış tek başına yansıtıcı olarak kullanılmı-

sı kabul edilmemiştir.(%70'e kadar) Ayrıca zarar görme ihtimali vardır. Çok tabanlı sistemler de iyi bir bileşkindir bununla birlikte üretim boyunca gümüş kaplamalardaki kimyasal saldırılara karşı onu koruyan metal oksitli bariyer filmlerle donatılmıştır. Buna ek olarak onlar ayrıca camdaki gümüş ve sodyum iyonlarına karşı da kullanılabilirler. Böyle bir sistemin genel kalınlığı 70 nm civarındadır. Bu filmlerin iletim özellikleri hem tabakaların optik özellikleri hem de onlar arasındaki optik etkileşim tarafından oluşturulmuştur bu nedenle onların davranışlarının oldukça karışık olduğu anlaşılabilir. Çok katmanlı filmler hem vakum buharlaştırılmayı hem de dağıtmayı içeren fiziksel buhar çöktürme ile uygulanırlar. Kimyasal buhar çöktürme sert kaplamalar oldukça uygundur. Yarı iletken metaller genellikle astarlı veya astarsız kaplama sınırlarında kimyasal buhar çöktürme tarafından uygulanırlar ve kalay oksit katkılı pirolitik kaplamaların oldukça başarılı oldukları kanıtlanmıştır. Bu teknoloji Pilkington's K camlarının esasını oluşturur.

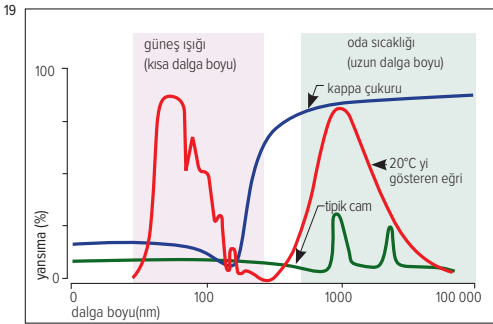
Karışım Kaplamalar,

Bunlar yüksek yansıcılığa nötr filmler yaratmak için üretilen ince tabakalı karışımların ilkelerini kapsamaktadır. Solar radyasyon kırılan kaplamalar tarafından ışın parçalarına ayrılır ve bunlar yansımının yoğunluğunu azaltan veya artıran yapısal karışım modeli üretmek için birleştirilirler. Bu tür filmlerin metal kaplamalar üstündeki avantajı, yansımaya; kaplamanın kalınlığı, onun bileşimleri ve kırılma endeksine bağlı olarak onun tamamen nötrleşmesidir. Metal oksitler onlar tarafından kullanılan püskürtme yöntemiyle kullanılabilir ve sert kaplamalı daldırma ürünleri uygundur.

Düşük E'nin karmaşık fiziği ve karışım kaplamaları, hem ince film teknolojisinin potansiyeli hem de onun karışıklığı hakkında bir ipucu verir. Bu yeni malzemelerle ilgili olan bu tekniklerin tahmini performansları kademeli olarak gelişirken, kalınlık ve kimyasal durumlarıyla çeşitlenen iletimin karışık doğası, yansımaya ve iç yansımaya gelişmiş simülasyonları onların tüm optik özelliklerini tahmin etmemizi sağlar. Bu filmlerin doğası gerilime ve makinelerde kullanılan gaz basıncına bağlıdır ve benzer bir ürünü üretmek için gerekli olan süre iyi bir teknoloji ve aralıksız bir talep için iki gündür. Bir binadaki dönüşüm problemleri örneğin bir aracın kontrolünün güvenilirliği, kayıtların düzenlenmesi ve her biri için benzer örneklerin tutulması olarak sayılabilir. Bu teknolojik patlamanın çok dikkatli bir biçimde kontrol altında tutulması şarttır.

Şimdiden daha gelişmiş kaplamalar mevcuttur. Cam şimdi piyasadadır ve yüzeyindeki kaplama akımı karşıya ilettiği zaman, onu ısıtarak kullanan İskandinav ülkelerinde kullanımdadır. Tavlama süre-

since veya daha önce uygulanan metal veya iletken kaplamalar üretim için kare başına 14 ohm'lik dirence sahip plakalar sağlayabilir. Gerilim uygulanması 100–500 W/m² 'lik bir ısıtma etkisi sağlar. Yüzey 2' deki düşük E kaplama ile yüzey 3'teki çift cam sistemi, 1,4 W/m² K değeri ile sağlanan ısıtma katmanını tarafından yayılan enerjiyi muhafaza eder. Böyle bir malzemenin kullanımı ılık bir blanket içinde saydam bir filme dönüşür ve orada zaten faaliyette bulunan birçok kuruluş bulunmaktadır. Önümüzdeki on yılda onlarla birlikte hareket

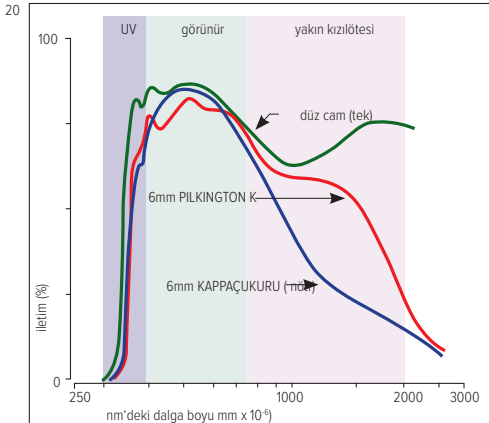


19. Düşük E sistemlerinin yansıtma hareketi:

Dikey eksen, yüzdesel yansıtma hareketi, tıpkı oda sıcaklığındaki bir yüzey tarafından dışarı yayılan uzun dalga radyasyonunun yansıtma hareketi gibi geliştirilmiştir.

20. Düşük E'nin görüngesel iletim eğrileri:

Bu eğriler, tek pencere camına benzer biçimde iki Pilkington düşük E camlarının genel iletimini göstermektedir. K Camı, yakın kızılötesi solar radyasyonunda daha yüksek iletim ve daha etkili U değeri sağlamak için geliştirilmiştir.



21. Farklı cam sistemleri için U değerleri:

Grafik, BS 6993 kısım - 1'in koşullarına göre normal cephe şartlarına maruz kalan dikey sırlama için W/m² C cinsinden tipik U değerlerini göstermektedir ayrıca; düşük E sistemlerinin hareketlerini ve hava boşluğu varyasyonlarına bağlı trendleri göstermektedir.

21

edebilecek duyarlı ve öngörücü sistemlerin tamamlanmasıyla tüm kaplamaların yeni nesil ürünlerindeki hızlı gelişimi görülebilecektir.

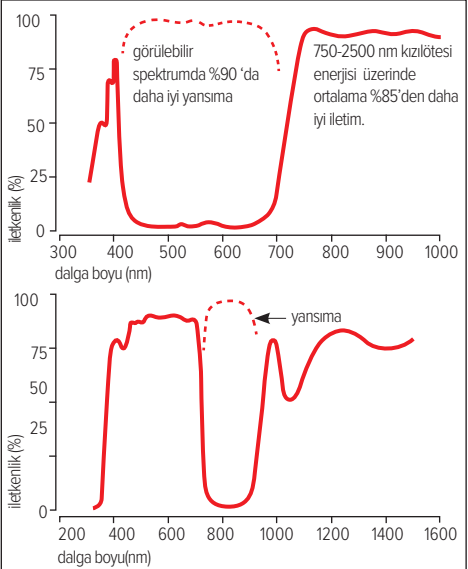
Dikroikler

Dikroikler kökeninden de anlaşılacağı üzere, bir dizi dalga boyunu ileten ve geriye kalanları da yansıtan filtrelerdir. Mikroik filtreler, genel olarak yüksek sıcaklıktaki volfram halojen lambalarında yansıtıcı olarak kullanılır. Işık odaya doğru veya ışıklı bir nesne tarafından yansıtılmaya ihtiyaç duyar fakat ısı ise reflektörün soğutucunun arka

Birim	Hava boşluğu mm						
	6	8	10	12	14	16	20
4mm/hava/4mm	3.2	3.0	2.9	2.8	2.7	2.7	2.7
4mm/argon/4mm	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6
4mm/hava/4mmK	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7
4mm/argon/4mmK	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5
4mm/hava /4mm/ hava/4mm	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8

22. Mikroikler ve onlarla ilişkili sistemler, çoklu kaplama cam karışımlarında kullanılan özel ileticilerin geniş bir ailesini oluşturur. Bu türlerin tipik olanı sıcak ve soğuk ayna olarak adlandırılır. Soğuk ayna, ısıyı iletir ve görülebilir ışıkları yansıtır. Sıcak ayna, görülebilir ışıkları iletir ve ısıyı yansıtır. Volfram halojen lamba yansıtıcılarındaki mikroik kaplamalar, soğuk aynanın bir türüdür.

22



tarafına geçmesi ve oradan da onu çevreleyen boşluğa geçmesi için izin verilmesine ihtiyaç duyar. (şekil 22'ye bakınız)

Tipik dikroik filtreler yaklaşık her biri 50 nm kalınlığındaki silikon oksit veya alternatifi olarak volfram oksit ve tantaloksitli 10 ile 40 karışım levhası arasında kullanılabilen bir yöntemle üretilirler. Faaliyet, alternatif düşük ve yüksek kırılma endekslerinin yıkıcı girişimleri ve yapısal tasarları tarafından üretilmiştir. Kaplamalar genel olarak termal buharlaştırma veya metallerin oksitlediği metamode yöntemi veya kimyasal daldırma ve sol-jel süreci ile döşenirler.

Değişken iletimli camlar

Sabit iletimli camların dezavantajları ilk ve objektif olarak camların performansını değiştirmek amaçlı icat edildiklerinden uzun zamandır devam etmektedir. Farklı iletimlerin sağlanma ihtiyacının fark edilmesi, ortama ve kaplayıcıların değişik ihtiyaçlarına cevap vermek amacıyla uygun metallerin araştırması için hızlı bir arama yapılmasına öncülük etmiştir. Spektral iletimi dönüştüren pasif sistemle başlayan bu araştırma kendisine gelen ışık veya kendisini çevreleyen ışık veya sıcaklık koşulları tarafından uyarılmıştır. Bu tür pasif sistemlerin onları otonom yapan gözle görülebilir avantajları vardır. Camın iletim gereksinimlerine tam olarak karşılık verememesinden bu yana, bu tür sistemlerin insan derisine benzer olma umudu asilsiz olarak ispatlanmıştır. Bununla birlikte fotokromik ve termokromik ürünler çok yararlı bir kaynak ve daha yeni elektrokromik materyallere katkı sağlamışlardır.

Fotokromik

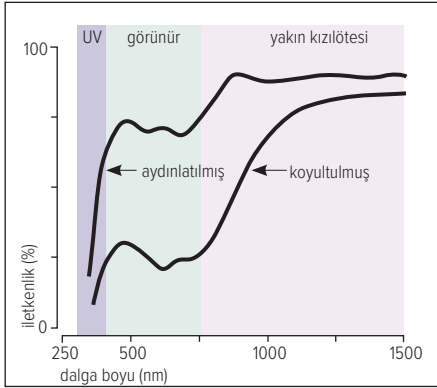
Fotokromizm ışık iletimiyle ilgili olarak en iyi bilinen karartma olayıdır. Aşağıda da tartışıldığı üzere fotokromik ve elektrokromik arasındaki en önemli fark karartma olayının kaplamadan ziyade camın kendi kimyasal yapısından türemiş olmasıdır. Dönüşüm mekanizmasının kendisi ışıktır (esasen ultraviyole ışık) ve radyasyon iletiminin sınırlandığı yerde görünüşte oldukça çekici işleyişler sunan bu teklif, güneş gözlüklerinde olduğu gibi nötrdür.

Fotokromizm bilinen en eski dönüşüm yöntemi ve 1880'li yıllar için geri bildirim sağlayan bir referanstır. Corning Glass Works'ta bir bilim adamı olan R H Dalton, bakır içeren camların davranışları ile ilgili bir fenomen ortaya çıkarmıştır. Dalton kısa dalga boyulu ultraviyole radyasyonunun daha düşük sıcaklıklarda yer alarak bir renklendirmeye yol açtığını keşfetti. Bu yöntemin patenti 1943 yılında alınmıştır.

23. Fotokromik cam:

spektral iletim

Fotokromik cam yakın kızılötesi radyasyonunda oldukça saydamdır fakat; görülebilir ışığa göre incedir. Şekildeki görülebilir ışık iletim eğrisi 6mm'lik yeşil ısı soğurma camı tarafından gösterilir. İletim, şekilde gösterilen 2-3 görülebilir dalga bantı tarafından azaltılmıştır.



25C (77 F)'gündüz karartması işlemi

Bir gecelik aydınlatma	%60
Güneş ışığında 60 saniye	%27
Güneş ışığında 10 dakika	%22
Güneş ışığında 60 dakika	%19

20 C(68 F)'de bir gecelik aydınlatma

karanlıkta 5 dakikalık sönme	%32
karanlıkta 10 dakikalık sönme	%45
bir gecelik sönme	%60

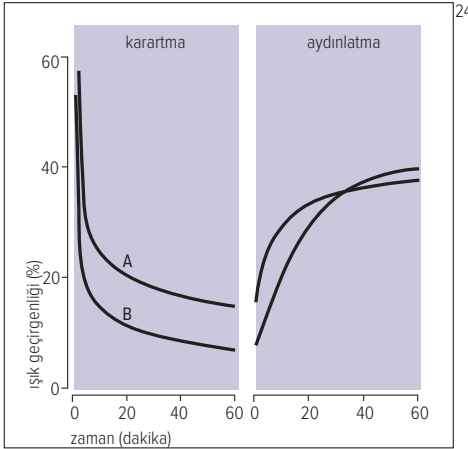
B Eğrisi yaklaşık 3 C sıcaklıkta uygulanmıştır.

Dalton'un keşfinin arkasında, optik duyarlaştırıcı olarak bilinen ve ultraviyole ışınlar maruz kaldığı zaman indirgeyici halini alan metallerin özelliği yer almaktadır. Kimyasal redüksiyon oksijen veya hidrojen bileşiminin ortadan kaldırılmasına veya elektron eklemek suretiyle pozitif bağ değerlerin azaltılmasını kapsar. Gümüş veya bakır içerikli camlarda ışığın dalga boyunun soğurulmasıyla metalin koloide benzer bir şekil almasına neden olurlar.

Benzer bir fenomen metalik olmayan belirli malzemelerle gerçekleşir. Heterojen çekirdeklenme olarak bilinen bir ilke aracılığıyla adı geçen metal malzemeler çekirdeklendirici olarak adlandırılmaya başlandı. On-

lar ısı etki altında lityum metasilikat, sodyum florür veya baryumdilikat kristallerinin büyümesini artırır ve cam opak hale gelir. O, 1971'de güneş gözlüklerinden geliştirilmiş benzer bir maddeden oluşturuldu.

Sırlamada yer alan temel etkiler farklı soğurma spektrumları tarafından akımları değiştirilen polimer ve metal halitleridir. Tipik bir camda gümüş halitler örneğin gümüş bromür (AgBr) veya gümüş klorür (AgCl) ayrılmıştır. Katlaşmış camda matris halitleri oluşmaz, fakat gümüş halini alır ve klor iyonları cam boyunca eşit olarak dağıtılır. Cam yakından kontrol edilmiş koşullar altında gümüş tozları ve erimiş cam (genellikle boron silikon) içerisindeki halitler (metal flor karışımları, klor veya brom) eklenecek oluşur. Eritme işleminden sonra yapılan ısı işleme ile gümüş halitlerin oluşumu sağlanır. Tavlama sürecinde gümüş halit kristallerinden oluşan ısı etkisi altında iyonların hareketini artırır. Gümüş ve klor arasındaki bağlanma güçleri 300 ve 400 nm arasındaki düşük dalga boyları enerjisi tarafından kristallerin bozunmasına neden olur. Bu ayrışma karamaya neden olur. Yakın ultraviyolelerin uzaklaştırılması moleküllerin yeniden birleşmesine izin verir ve reaksiyon ters yönde ilerleyerek camın aydınlanmasını sağlar.



24. Fotokromik cam:

reaksiyon zamanı
Eğriler fotokromik cam için tipik reaksiyon zamanını göstermektedir. (bu örnekte 1,5 mm ince Corning 8102 camı kullanılmıştır). Fotokromik cam camın konumuna ve sıcaklığına bağlıdır. Zaman içinde koyulaştırma ve aydınlatma iletimi eğriler tarafından belirtilmiştir. A eğrisi ılık sıcaklıklar için reaksiyon zamanlarını göstermektedir.

Otomatik pasif filtrelerde olduğu gibi birçok zorluk, üreticileri zarara uğratmaktadır. Fotokromik camları yapmak kolay değildir ve belki karmaşık yapı kimyasal cam problemlerinin tipik bir örneği-

ni oluştururlar. Pahalı camlar genellikle ilk aşamada kullanılır ve karışık üretim teknikleriyle pahalı bileşikler kullanılarak üretilirler. Sürekli performans sağlanması oldukça zordur hatta bu performansla geniş boyutlu yapı malzemelerinin üretilmesi kolay değildir. Üstelik reaksiyon zamanları şekil 24'te gösterildiği üzere daha yavaştır.

Üç özel problemle karşılaşılmıştır. Birincisi, cam karışımlarının yapısındaki fotokromik dağılımın eşitliğiyle ve düzensiz metallerden kaçınmak için yapılan özel üretim sorularıyla ilgilidir. 1980'li yılların başlarında üreticiler birkaç cm'den daha büyük parçalar yapma konusunda umutsuzdular buna rağmen şimdi Corning ince tabakalarda bir metrelik alanlar yaratmayı başarmıştır. Yüzer banyolarda cam çözücü içerisindeki kalayın, gümüşlerdekine benzer bir zorluk yaratmasına rağmen, tam gelişmiş yüzer fotokromik camların üretililebilmesinin ilke olarak bir nedeni yoktur.

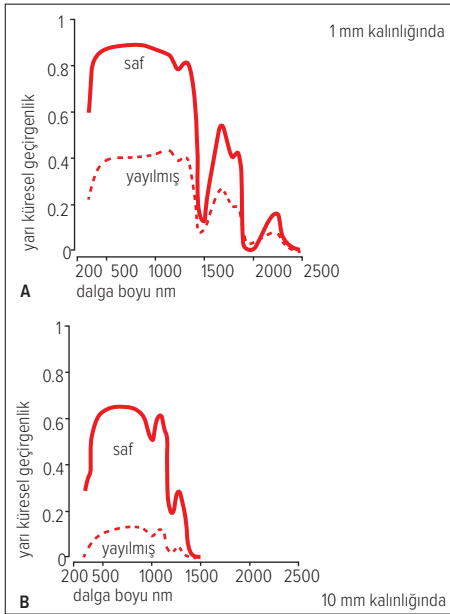
İkinci problem tepkinin hızı ile ilişkilidir. Oda sıcaklığında tipik bir reaksiyon zamanı üç ile dört dakika arasında değişir. Radyasyonlu ortam gaz bulutuna maruz kaldığı zaman, bu potansiyel problemi artırır. Diğer taraftan, bu problem kullanımın esas performans gereklerine ve bölgesel iklim koşullarına bağlıdır.

Üçüncü problem, malzemelerde ortaya çıkan kontrol yetersizliği. Fotokromik camlar düşük ışık düzeylerinde kararmaya eğilimlidir ve eğer bir yapıda kullanılırlarsa hava durumundan bağımsız olarak gündüz saatleri boyunca kararmaya eğilimlidir. Çevresel tasarımcılar soğurma korumasını kullanmakla ilgilenirler ama yalnızca aşırı ısınmayla ilgili bir problem oluştuğu zaman akşamları batı tarafta, sa-bahları doğu tarafta kararacak bir cama ihtiyaç duyarlar.

Bu zorluklara rağmen fotokromik malzemeler, kısmen görünüşlerinde uzun süreli dayanıklılık yaratarak ve muhteşem bileşik çeşitliği sunarak gelecek için potansiyel oluştururlar. Organik ve inorganik bileşiklerin birçoğu araştırılmış ve "American Optical Corporation" fotokromik bir plastik geliştirmiştir. PPG plastik fatokromik göz-lük malzemeleri üretmiştir. Polimerlerle yalıtılan fotokromik aerogel-ler gündemdedir.

1975'te ortaya çıkan en yeni polykromik camlar, fotokromik cam-larda kullanılan kimyasal ilkeleri temel almıştır. Bunlar, çeşitli piramit kristallerinin konsantre olmuş gümüş tanecikleri tarafından soğu-rulan farklı renklerde ışığa duyarlı camlardır. Rengin görölmesi ve ilet-mesi soğurulan renk türüne bağlıdır.

Elektrokromik camlar piyasaya sürölmeden önce ışığa duyarlı çe-şitli iletim camları yapılarda pek tercih edilmiyordu. Bununla birlikte, bir camcının ultraviyole ışık davranışlarına sahip bir cam yapma yete-neği sadece değişken iken iletim dönemlerinde kullanılmaz.



25. Tipik termokromik polimer jel camının optik özellikleri:

Grafik A 1 mm kalınlığındaki malzemenin iletkenliğini göstermektedir ve grafik B, 10 mm'lik malzeme gösteren eğrileri ifade eder.

Her bir grafikteki üste bulunan eğri 33 °C 'den daha büyük sıcaklık varken 33 °C'den daha az sıcaklığı göstermektedir.

L. Corning cam bünyesindeki opal örtücüleri etkinleştirerek oluşturulan ilkeleri iyi bir etkiye dönüştürmüştür.

Termokromizm

Fotokromizme benzer olarak termokromizm 1870'lere kadar uzanan yüzyılın eski araştırma alanıdır. Termokromik malzemelerde sıcaklık ya faz dönüşümüne neden olur ya da kimyasal bir reaksiyon meydana getirir. Fotokromik malzemelere benzer olarak termokromikler dönüşüme ihtiyaç duymazlar. Onlar esasen tepki cihazlarıdır ve genel olarak evlerde veya ticari sıcaklık indikatörlerinde kullanılırlar. Saf ısıtma elementlerinin ince film olarak kullanımı (örneğin indiyum kalay oksit) ile termokromikler farklı renkleri sağlamak için camları farklı sıcaklıklarda ısıtılmasıyla aktif sistemlere dönüştürülebilir. Bu tür bir teknik onların potansiyelini dönüştürebilir.

Birçok organik ve inorganik bileşikler termokromizmi ifade eder-

ler ve jel polimerler günümüzde pencere kullanımı için geliştirilmektedir. İnce film teknolojisi belli sıcaklıklara ulaşıldığı zaman yarı iletken durumdan iletken metalik duruma dönüşümünde kullanılır. Yapı tasarımı için temel faktör bu dönüşümde yer alan sıcaklıktır: Bu, iletim sıcaklıkları ve bunlarla ilgili araştırmaların açıklamaya çalıştığı iletimi çeşitlendirme ihtiyacı ile uyusmak zorundadır. Termokromik kaplamaların temelini oluşturan vanadyum dioksit başarı için en iyi temeldir. Granqvist tarafından gösterildiği gibi insanın rahat edeceği sıcaklıklar ile iletim sıcaklıkları arasında ilişki kurularak başarı sağlanır.

Kromojenler

Fotokromik ve termokromik gibi çeşitli pasif malzemelere olan ilgi devam etmektedir fakat ince film kaplamalarının kullanımı değişen iletim performansları ile sırlamanın yapılabilmesi için kökten değiştirilmiştir. Bu çalışma on yıldır devam etmektedir ve renk bilimi olarak da adlandırılan kromojenler, 1990'lı yıllarda dünya çapında araştırma ve geliştirme alanı yaratmıştır. Teknoloji, elektrokromikleri, sıvı kristalleri ve ışığın iletimini değiştiren maddelerle oluşturulan diğer çeşitli sistemleri içerir.

Elektrokromizm

Elektrokromizm kimyasal yapısının değişmesine neden olan malzemelerin elektriğini dönüştürmek vasıtasıyla oluşan ve spektral iletim özelliklerinin değişmesiyle son bulan bir olgudur. Bu olgu saydam ince filmlerin yapılarında son zamanlarda oldukça ilgi çekici oksitlerle birlikte kullanılan birçok organik ve inorganik madde olarak bilinir.

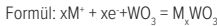
Renk dönüşümü ve elektrokromik malzemeler çok eskiye dayanan bir bilimsel tarihe sahiptir. 1704'te Diesbatch, elektrokromiklerin iyon içeriğinin artması veya azalmasıyla mavi renkten saydam hale geçebilen hekza siyano ferrat boyasını (prusiya mavisi) keşfetmiştir. 1815'te Berzelius ısıtma işlemine maruz kaldığı zaman renk dönüşümünü ortaya çıkaran Wolfram III Oksitinin kabiliyetini raporlamıştır ve bunu takip eden Wohlerin altın görünümüne malzemeyi ürettiği Wolfram III oksit ve sodyumla birlikte yaptığı çalışması şimdilerde yaygın bir biçimde sodyum, wolfram, bronz olarak kaynak gösterilmiştir. Elektrik akımının kullanılmasıyla renk değişimi için uzun zaman harcanmıştır. 1953'te Lihtenştayn'da Kraus tarafından çok iyi bir şekilde tanımlanmış ve 1969'da S K Deb konu hakkında bir bildiri yayımlamıştır. Elektrokromizm terimi, ne gariptir ki en sonunda 1961'de Platt tarafından keşfedilmiştir çünkü, inorganik malzemelerde çok daha yaygın olarak kullanılan organik boya moleküllerindeki renk dönüşümünü tanımlamıştır.

Tarihsel olarak elektrokromik malzemelerin çalışması ve gelişimi, keşfedilen ve üzerinde çalışılan belirli malzemelerin iç özelliklerine bağlıdır. Bu yazı tanımlanan dört ana tipteki cihaza önderlik etmiştir. Bilgi görüntüleme cihazı, bu önemli çalışmanın konusunu oluşturmuştur fakat henüz piyasaya sürülememiş bir üründür. Diğer yandan yansıtıcı aynalar hali hazırda piyasada mevcuttur. Çeşitli yayım cihazlarının potansiyel kullanımı şimdilerde netlik kazanmaktadır. Bu cihazın dördüncü şeklinin, elektrokromik pencere, anlaşılmasının güç olduğu kanıtlanmıştır fakat bu cihazın başarılı bir şekilde uygulanması yakındır ve bu cihaz aşağıda anlatılmıştır. Diğer üç kategorideki mevcut karanlık renkli cihazlara gereken önem verilmediğinden şık pencereler olarak adlandırılmışlardır. Belki bu yüzden kişiye özel renklendirme çalışması göreceli olarak son zamanlarda yapılmıştır.

Görünürde kişiye özel ve yansız elektrokromikler var olmasına rağmen volfram oksit yaygın biçimde üzerinde çalışılan elektrokromik malzemelerdir ve elektrokromik cihazların nitelikleri ve onların hareketleri bu malzemelerin en yaygın dönemlerinde tartışılmıştır.

Tipik bir volfram oksit bronz sistemi şekil 26 ve 27'de gösterilmiştir. Elektrot film akımı taşımaktadır. Elektrot, bir elektrik akımıyla etkileşime girdiği zaman iyonlarını kaybeden karakteristik bir malzemedir. Açık cihazlarda olduğu gibi elektrotlardan biri havayla etkileşime geçmek zorundadır böylelikle buhar (H_2O) kaynağı işlem için hazır hale gelir. Su buharı hidrojen, oksijen ve elektronlarına ayrışır.

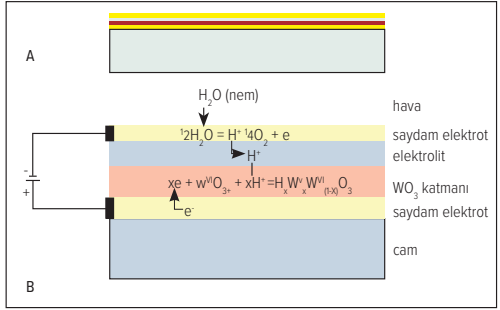
Elektrokromizmin bu kısmı W olarak kısaltılan volframın davranışlarına bağlıdır. Bir volfram oksit filmi, WO_3 , mat sarıdır. Bir volfram bronzu azaltıldığında (oksijenin kaldırılması veya hidrojenin eklenmesiyle) koyu mavi halini alır. Volfram bronzları yaklaşık 150 yıldır bilinmektedir. Bazı volfram iyonları, kimyasal reaksiyonun azaltılmasıyla oluşurlar: "M" alkali metal veya hidrojen atomu olduğu zaman oluşur.



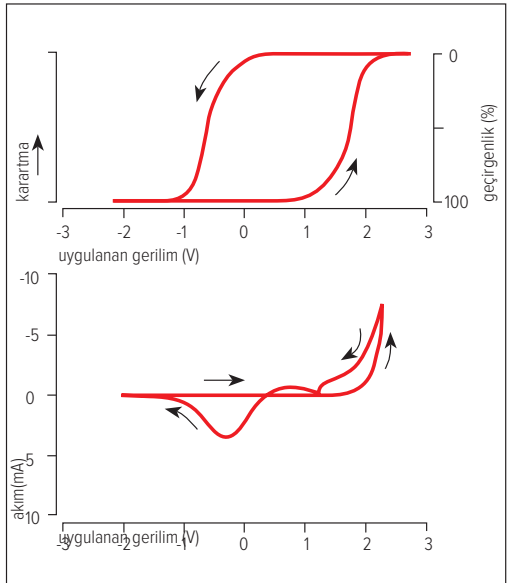
Tipik bir alkali metal lityum veya sodyumdur. Sodyum içerikli bronzlar daha çok yığın biçimiyle çalışılmıştır ve yansıma onların yansımadaki renkleri, sodyum oranı artarken griden mavi, mor ile kırmızıya ve turuncudan altın sarısına dönüşür. M miktarının artmasıyla bu tür filmlerin iletimi genellikle mavi olarak gerçekleşir. Aşırı koyu mavi oksit tabakası elektroliz yardımıyla azaltıldığı zaman ortaya çıkar.

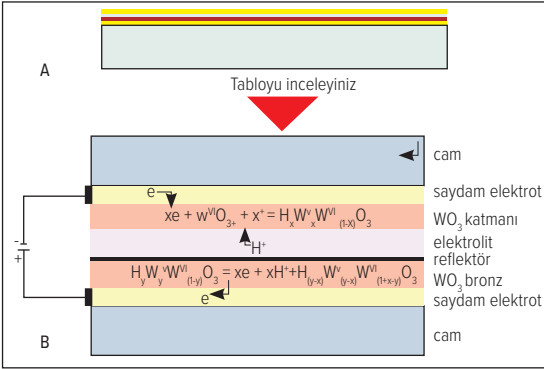
26,27.Elektrokromizm: 26

mizm: açık sistem
Bu diyagram, dışarıdaki filmleri saydam elektrot olan sandviçleri içeren açık hava sistemini, bir elektrot filmini çevreleyen ve bronz elektrokromik tabakasının volfram filmini göstermektedir. Bu grafik karartma ve aydınlatma davranışlarını gösterir. Şekil 26 B şekil 26 A'nın zirve noktasını 27 Şekil 27 A karartma gerilim çevrimini, şekil 27 B ise akım-gerilim çevrimini göstermektedir.



27

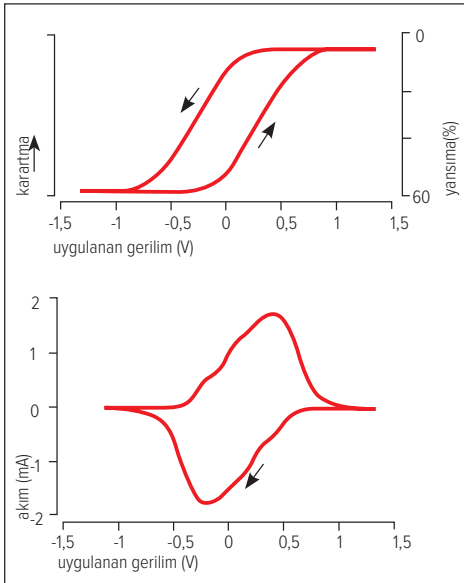




28,29. Elektro-kromizm: Karartma aynası biçiminde ki kapalı sistem

Bu grafik, volfram bronz elektrokromik malzemenin iki filmi ve bir elektrolit filmi çevreleyen saydam elektrot filmlerini içeren her iki tarafı kapalı bir sistemi göstermektedir. Grafikler karartma ve aydınlatma hareketlerini gösterir. Şekil 28 B, şekil 28 A'nın zirve noktasını gösterir. Şekil 29 A karartma gerilim çevrimini, şekil 29 B ise akım-gerilim çevrimini gösterir.

29



Elektrokromik cihazlarda volfram bronzu birkaç yüz nm kalınlığındadır ve yüksek hareketlilik özelliği olan protonlar volfram oksitin içine katılarak bir iyon gibi kullanılırlar.

İyon etkisinde kalan elektrot filmler pozitif olduğu zaman, protonlar negatif şarjlı elektrot filmler içinde elektrolit aracılığıyla göç eder. Aynı zamanda elektrotların içindeki negatif şarjlı elektronlar altıncı halden beşinci hale geçişi simgeleyen WO_3 tabakasındaki volfram iyonlarının bazılarını azaltırlar. Oksijen iyonları 2. durumda sabit kalır ve elektriksel yansızlık pozitif elektrotlardan geçen protonlar tarafından WO_3 filminde devam ettirilir. Reaksiyon hidrojen katılımlıyla dönüştürülen WO_3 volfram bronzu içinde gerçekleşir ve böylelikle maviye dönüşür.

Akımı tersine döndürerek, açık negatif elektrotlar oluşturmak suretiyle renklendirilmiş halden renksiz duruma geçiş yapabiliriz. En düşük gerilim renklendirme için yalnızca 1,2 Volt gerektirmektedir ve renklerin yok olması 0,2 Volt'ta başlar. Bu tür bir açık elektrokromik sistemin performansı şekil 26-27'de gösterilmiştir.

Bu tür açık sistemlerin problemi havayla temasın kurulacağına ve elektrot filmlerin kimyasal ve mekanik hasarlara karşı oldukça dayanıksız olduğunun düşünülmesidir.

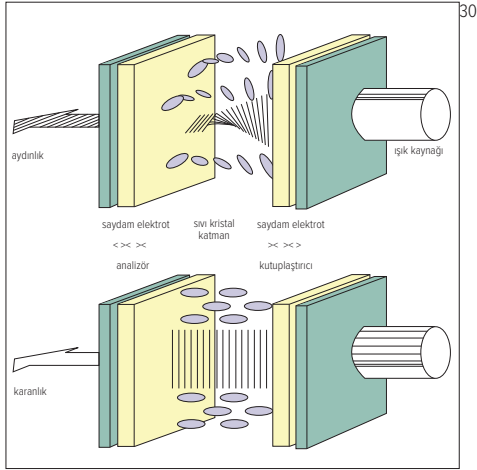
Kapalı bir elektrokromik sistem iki cam plakası arasında sandviç edilerek korunan bir yüzeye sahiptir. Hidrojen iyonları azaltılmış ikinci bir tabakadan elde edilir bu yüzden bu iyonlar kararmış bir biçime sahiptir. Akımın geriye ve ileriye doğru anahtarlanmasıyla elektrolit boyunca hidrojen iyonlarını almaları veya kaybetmelerinde olduğu gibi dönüşümlü olarak bir karartı ve ardından iki kat aydınlık sağlanır. Bu işlem hidrojen atomlarının göçüne izin veren yansıtma tabakasını araya sokulmasıyla ürüne dönüşür. Ayna karartmanın sonucu akımın dönüştürülmesiyle her seviyede tutulabilen yansıma dereceleri oluşur. Yansıma 1,5 volt kullanılarak beş saniyeden daha az bir sürede %60'dan aşağı %15 veya %20 civarında değişir. Kapalı bir sistemin performansı şekil 28-29'de gösterilmiştir.

Hem organik hem de inorganik bileşikler elektrokromizm için çeşitli karışık valans ve çok renkli yarı iletken olma gereğini ortaya çıkarmışlardır. Periyodik tablodaki elementlerin üçte birinden fazlası molibden ve kobalt içeren karma valans bağıni oluşturur. Tipik inorganik malzemeler püskürtme ya da sistemde olduğu gibi saydamlıktan maviye veya bronz renge dönüşen volfram bronzdaki elektron ve iyonların dışarı atılmasıyla çalışır.

Sıvı kristaller

Sıvı kristaller, sıvıların ve katı kristallere benzer özellikleri arasında özelliklere sahip olan kimyasal maddelerdir. Örneğin, bir sıvı kris-

tal (SK) bir sıvı gibi akar ama molekülleri bir kristalinki gibi yönlüdür. Çeşitli sıvı kristal fazları vardır, bunlar çiftkırılım gibi optik özellikleri ile tanımlanırlar. Polarize ışıkla mikroskop altında incelendiklerinde



farklı sıvı kristal fazları farklı kristal dokular gösterir. Bunlar SK moleküllerinin farklı yönlü oldukları bölgelere karşılık gelir. Bu bölgelerin her birinde moleküller aynı doğrultuya sahiptirler. SK malzemeler her zaman sıvı kristal göstermezler (suyun her zaman buz fazında olmaması gibi). Sıvı kristaller termotropik, liyotropik, ve metalotropik fazlar olarak sınıflanırlar. Termotropik ve liyotropik olanlar organik moleküllerden oluşur. Termotropik sıvı kristaller, sıcaklık değişirken sıvı kristal faza bir faz değişikliği yaparlar. Liyotropik sıvı kristallerin faz değişikliği SK moleküllerin solventteki konsantrasyonuna ve sıcaklığına bağlıdır. Metalotropik SK'ler hem organik hem inorganik maddelerin karışımıdır; faz değişiklikleri sıcaklık ve konsantrasyonun yanı sıra inorganik-organik konsantrasyon oranına da bağlıdır.

Sıvı kristaller hem doğada hem de teknolojik uygulamalarda mevcuttur. Çoğu modern elektronik göstergeler sıvı kristalidir. Liyotropik sıvı kristaller canlı sistemlerde çok yaygındır. Örneğin hücre zarı ve bazı proteinler sıvı kristaldir. Diğer iyi bilinen SK örnekleri sabun ve deterjan köpükleri ve tütün mozaik virüsüdür.

30. Bükümlü nematik sıvı kristal.

Bu tablo bükümlü nematik kristalin hareketlerini göstermektedir.

Bu diskler sıvı kristalleri ifade etmektedir.

Sıvı kristal polimerleri, geçitlerin karşısında rotasyona uğrayan zincirleri oluşturacak bir eğilime sahiptir.

Kutuplaştırıcının dış tarafı 90° 'lik açıyla düz bir ışık üreterek ışık rotasyonunun olmasına izin verecek şekilde konuşlandırılır. Bir elektrik alanı polimerlerin bükülmemesine neden olur. Kutuplaştırıcı tarafında engellenmiş ışığın geçişine ön-derlik eder.

Camlar için tercih edilen malzemeler konuk-konak bileşikleri ve polimerlerdir. Konuk-konak bileşim sistemi sıvı kristallerle karıştırılmış boya moleküllü dikroikleri kullanır,sergilemeler ve optik obtüratör için geliştirilmektedir. Kloretik-nematik faz, faz dönüşümüne neden olan konuk-konak sıvı kristallerini değiştirirler. Onlar oldukça hızlı tepki verirler. Bunlar gözlük ve araba camları için geliştirilmektedirler.

Asılı Partikül

Sıvı kristal metallerinin son grubu PDCL (polimer dağınımlı sıvı kristaller) ve NCAP (sıraya konmuş nematik eğrisel faz) sistemleridir ve her iki sitemde mikro boşluklar içine dağıtılmış sıvı kristallere dayanmaktadır. PDCL sistemleri General Motors gibi şirketler tarafından geliştirilmektedir.

NCAP sistemleri Kaliforniya Taliq A.Ş ve Nippon Düz Cam Şirketi gibi daha çok değiştirilebilir camları kapsayan şirketler tarafından kullanılmaktadır. Sıvı kristaller polimer matrisle uyumlu indeks içerisinde, sırasıyla iki adet kapsüllü indiyum-kalay oksit elektrot film arasında, yer alırlar. Kapatıldığında cam, saydam opak beyazı halini alır. Elektrik alanı ile sıvı kristal damlacıkları açıldığında, cam saydam hale gelir. Onlar 20W/m den daha az yükteki güçle kalmaya ihtiyaç duyarlar. Onlar zaten bu alanlarda 1m'den 2.5 m'ye kadar yapırlar ve pleokromik boyaaların kullanımı koyulaştırmayı sağlar.

Elektrostatik Sırlama

Sistemin amacı daha iyi sır yüzeyi elde etmek, işgücünden tasarruf etmek ve verimi arttırmaktır. Klasik püskürtme teknolojisinde yüksek hava basınçlarına çıkıldığı için ürünün her bölgesinde sır kalınlığını kontrol altında tutmak güçleşmektedir.

Elektrostatikteki temel felsefe daha düşük hava basınçları kullanarak (normal basınçların yarısı gibi), elektrik yükü altında sır taneçiklerinin ürüne yapışmasına dayanmaktadır. Bu nedenle tank içindeki sıra ~ 100 000 volt statik elektrik yükü verilmektedir. Böylece, zıt kutuplarda (+, -) bulunan sır molekülleri aynı kutuplara (+, + gibi) getirilmektedir. Bu elektrik yükünden dolayı gerekli olan hava basıncı da 2 - 3 atmosfere indirilmektedir.

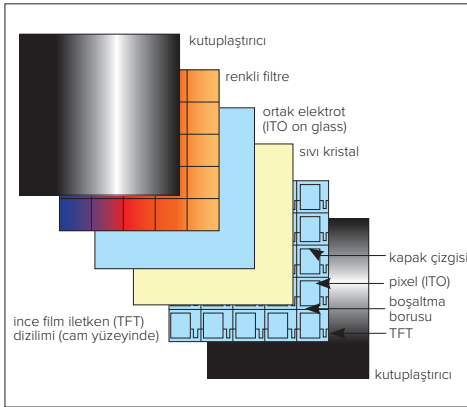
Kabin içine konveyör bant ile giren mamul ıslatılarak iletken hale gelmekte ve metal konveyör bant (veya tabla) yardımı ile elektrik yükü sır taneçikleri için bir çekim alanı oluşturulmaktadır. Mamuller temizlenip, tozlardan arındırıldıktan sonra ilk sırlama kabineine girerler. Bu kabinde aşağıdan yukarı hareketli değişik açılardan sır püskürten bir askı üzerine 10 pistole monte edilmiştir. Ürünün kendi ek-seni etrafında ve pistolelerin aşağı-yukarı hareketiyle ortalama püskürtülen sır ürün üzerine yapışır. Ürün daha 3-4 metre uzunluğunda

bir tünel kurutucudan geçerek ikinci sırlama kabineine girer. Aynı metot ile ikinci kat sır atıldıktan sonra, ürünler alınarak fırına gönderilir. Tablalar yıkama kabinde yıkanarak ikinci ürünler için hazır hale getirilir. Ayrıca diğer sistemlere göre sır zayıflığı daha az olmaktadır. Çok yüksek sırlama adetlerine ulaşmak (3 000 Adet/Vardiya) bu sistem ile mümkün olmaktadır.

Ancak sistemin en büyük dezavantajlarından biri de, kompleks ürünler için, belli bölgelerin el ile sırlanmasının gerekmesidir. Yani belli bölgeler ya insan tarafından veya robot tarafından klasik püskürtme yoluyla sırlanmak zorundadır.

Diğer düz cam ürünleri

Düz cam (Float cam), cam eriyiğinin erimiş kalay üzerinde yüzdürülmesi yöntemiyle üretilir. Renksiz düz cam, saydamlığı sayesinde yüksek ışık geçirgenliğine sahiptir. Tüm cam uygulamaları için temel



31

31. Aktif matris göstergesinin sunumu.

İnce film transistör dizilimi, ince film transistörleri boşaltma boruları ve kapak çizgileri tarafından ayrıştırılmış indiyum kalay oksiti göstermektedir.

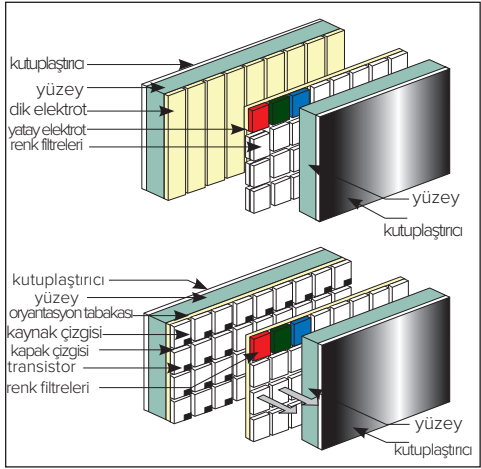
üründür. Renksiz düz cama ikincil işlemler uygulanarak yalıtım camı ünitesi, lamine cam, temperli cam, kısmi temperli cam, emaye cam, bombeli cam, kaplamalı cam, ayna üretilebilmektedir. Renksiz düz cam istenilen boyutlarda kesilerek kullanılabilceği gibi; kenar işleme, bombeleme, temperleme, kısmi temperleme, laminasyon, kaplama, çift camlama, aynalama gibi ikincil işlemler uygulamak suretiyle, emniyet ve güvenlik, ısı kontrolü, güneş kontrolü, ısı ve güneş kontrolü, dekorasyon, gürültü kontrolü, işlevleri kazandırılarak inşaat, dekorasyon, otomotiv, beyaz eşya, tarım, enerji gibi pek çok sektörde kullanım alanı bulmaktadır.

32. Çok iyi bükülmüş nematik sıvı kristal.

Daha ileri ve sofistike olan süper bükülmüş nematikler (STN_v) 270 °'lik bükülme açılarını oluşturur. Pasif göstergelerin yapısı aşağıda gösterilmiştir ve yapması daha kolay fakat çalıştırması daha zor bir işlemdir.

Aktif matris göstergelerinin yapılması daha zordur ve onlar fotolitografi tarafından yapılan ince film transistörlerinde kullanılırlar.

32



Haddelenmiş cam

Ham cam

Dekoratif camlar

Bu kategori hem dekoratif etkileri sağlayan hem de yüksek dağılım veya parıldamayı azaltayan mat camları kapsar.

Sera camları

Bu daha duyarlı bir biçimdir, güneş ışığını eşit miktarda dağıtmak için özel olarak dizayn edilmiştir.

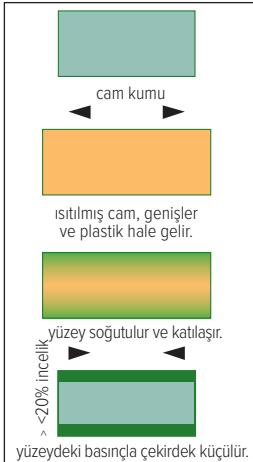
Antik camlar

Üfleme, çekme veya diğer metotlarla yapılan camları içeren bu familya mimari cam yapımında kullanılan eski üretim metotların canlı kalmasını sağlamıştır. Antirefle, özel bir işlemle yansız hale getirme işlemidir. Antirefle cama mikroskopla baktığımızda, yüzeyin parlaklığının gittiğini, pürüzlü olduğunu görürüz. Bu sayede; yansımanın azalması sonucu ışığın geçirgenliği artar ve görüş kabiliyeti yükselir. Daha iyi görüntü sağlandığı için bilgisayar ve tv gibi ekranlı cihazlarda kontrastlık sağlar. Otomobil sürücülerini için görüşü daha net yapacağı için seyir emniyetini artırır. Antirefle kaplama basit kimyasal solüsyonlara karşı da dayanıklıdır. Yansımayı önlediği için estetik bir görünümü vardır.

Tavlanmış camlar

Camdaki gerilmeleri gidermek için cam tavllanır. Bu işleme tabi tutulmuş cama tavlanmış cam adı verilir. Cam şekillendirildikten sonra sürekli çalışan bir tavlama fırınından geçirilerek oda sıcaklığına kadar soğutulur. İşlem camın sahip olabileceği gerilmelerin büyük bir bölümünün giderilerek uygun boyutlarda kesilebilmesini sağlar. Düz camların çoğu tavlanmış olarak satılır ve daha sonra gerçekleştirilebilecek başka işlemlere uygun hale getirilir.

- Isıl işleme kuvvetlendirilmiş camlar
- Isıl işleme kuvvetlendirilmiş
- cam temperlenmiş cam için
- kullanılabenzer ısıl işleme
- üretilir. Sıcaklıklar ve soğutma
- hızı yüzeyde daha düşük
- seviyede basma gerilmesi
- oluşacak biçimde belirlenir.
- Kırılma esnasında parçacıklar
- temperlenmiş camın
- parçacıklarından daha büyük,
- tavlanmış camın
- parçacıklarından
- ise daha küçüktür.



33

33. Tavlama süresi.

Tablo dört ana aşamayı göstermektedir. Tavlanmış cam kendi soğuk durumunda baskı altında dıştaki noktaları çekerek, ardından yavaşça soğuyarak dışarıdaki alanları katılaştırarak ve hızlı bir şekilde soğutarak plastik duruma gelmesini sağlar.

Temper Uygulama

Camın normal cama göre 4-5 kat daha fazla mukavemet kazanmasını sağlayan ısıl işlemdir. Ölüğü göre hazırlanmış cam, temper fırınında ısıl işlemde geçerek, ısıya ve darbeye karşı güçlendirilmiş cam haline alır. Kırıldığında cam ile temas halinde olan veya yakınında bulunan insan ve diğer eşyalara zarar verme riski daha azdır. Temperlemeye giren cam hiçbir şekilde başka bir işleme tabi tutulmaz. Temperleme de cama yaklaşık olarak 700 °C ısı verilir ve fırın içerisinde kalma süresi camın kalınlığıyla doğru orantılıdır. Temperleme ünitesi içerisinde şoklama yapılarak sıcaklık 30-40 °C' ye düşürülür ve camın kimyası değiştirilerek güçlendirilmiş cam haline alır.

Cam kırılmasının sebebini en rahat Newton'un Etki-Tepki Kanunu ile açıklayabiliriz. Evrendeki bütün kuvvetler kendi zıttı ile birlikte var olur. Örneğin Dünya Ay' ı çekiyorsa, Ay da Dünya'yı aynı kuvvetle çeker. Cisim ağırlığı sayesinde zemine F kuvveti uyguluyorsa, zeminde cisme eşit büyüklükte N kuvvetini uygular. Yani, cisim zemine F kadar etki etmiş, zemin de cisme N kadar tepki göstermiştir. Kısaca Newton' un hareket kanununu; eğer bir A cismi bir B cismine kuvvet uygularsa, B cismi de A cismine kuvvet uygular. Bu kuvvetler eşit büyüklükte ama zıt yöndedir. İşte cam kırılması da bu şekildedir. Camın, basınca tepkisi; çatlama, kırılma ve/veya parçalanmaya sebep olur.

Tavllanmış Veya Güçlendirilmiş Cam

Çok sağlam ve dayanıklıdır. Kapılarda, otomobil camlarında ve cam boru yapımında kullanılır. Yüksek derecede iç gerginliklere sahiptir ve kırılacak olursa, parça parça olur. Üretiminde kontrollü tavlama yer alır ve bu suretle, düzgün olmayan gerilimlerin yerini, düzgün, kontrollü ve düşük düzeyli gerilimler alır. Bu gibi camlar, yüksek basınçlara dayandıkları halde, düşük gerilmelerden zarar görürler.

Fiziksel tavlama, eski tavlama yönteminin geliştirilmiş bir şeklidir ve Prince Rupert damlalarının yapımında uzun bir süreden beridir kullanılan, daldırma yönteminden daha az etkilidir. Yeni şekillendirilmiş cam kap veya levha, 430 °C gibi yumuşama noktasının hemen altında bir sıcaklıkla ısıtılır ve daha sonra hava, erimiş tuz veya yağa batırılarak tavllanır. Bu tavlama işlemi esnasında, camın dış kısmı veya yüzeyi hızlı bir şekilde soğur ve sertleşirken, iç kısmı sürekli bir şekilde daha yavaş soğur ve dış kısmı sertleştikten sonra, çekme meydana gelir.

Lamine camlar

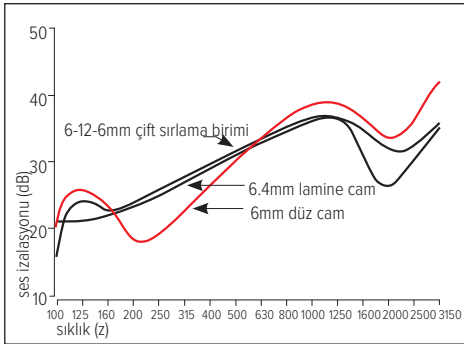
İki veya daha fazla cam plakanın özel tabakalar yardımıyla, ısı ve basınç altında birleştirilmesi ile üretilir. Cam kırılmasından kaynaklanan riskleri, kırılma halinde parçaları yerinde tutarak en aza indirger.

Kaza nedeniyle oluşabilecek yaralanmaların engellenmesinin yanı sıra, dışarıdan gelecek darbelerle karşı can ve malın korunması amacıyla da kullanılır. Taş ve sopa gibi araçlarla yapılan saldırı ve hırsızlık girişimlerinde içeri girişleri camlar arası malzeme kalınlığı, cam kalınlığı ve dış etkinin büyüklüğüyle orantılı şekilde önler veya geciktirir. Ses yalıtımına katkı sağlar. Eşyaların ve kumaşların renklerinin solma nedeni olan ultraviyole (UV) ışınlarının geçişini azaltır.

Can ve mal güvenliği gerektiren her yerde lamine cam kullanılabilir. Özellikle cam kırılmasının tehlike arz ettiği;

- * Yerden 80 cm' ye kadar olan camlamalarda,
- * Yerden tavana kadar kesintisiz devam eden camlamalarda,
- * Doğramalı cam kapılarda ve cam kapıların yan doğramaları içindeki camlarda,
- * Baş üstü camlamalarında, güvenlik için lamine cam kullanımı uygun bir çözümdür.

Konfor özellikleri



34

34. Lamine cam: Ses iletimi 160-600 Hz. arasındaki lamine sırlamanın faydası gösterilmiştir.

Modern otomotiv camları araç yolcularının güvenliği kadar konforunu da sağlamakla görevlendirilmiştir. Güneş ışınlarının yakıcı (kızılötesi) etkisinin azaltılması, bol ışıklı bir iç mekân yaratılması, bazı durumlarda araç dışından içerinin görülmesinin önlenmesi, motor gürültüsü ve yapısal titreşimlerin önlenmesi, GPS, GSM, radyo vb. anten işlevi sağlanması, sürüş bilgilerinin göz seviyesinde sürücüye yansıtılması gibi birçok alanda oto camları oto tasarımcılarına yeni olanaklar sunmaktadır.

Optik özellikleri

Oto emniyet camlarının en önemli özelliklerinden biri de optik özelliklerdir. Özellikle sürücünün görüş açısı içinde yer alan ön cam ve ön kapı camlarının optik kırma bozuklukları, ikincil görüntü oluşumu, ışık geçirgenliği ve renkleri ayırt etme yeteneği bakımından hassas olması gerekir.

Bu temel özelliklerin yanında camların aşınma direnci, güneşin morötesi ışınlarına, yüksek sıcaklığa ve rutubete dayanımı, buz ve buğu çözme yeteneği ve araca yapışma performansı da titiz deneyler ve proses kontrol araçları ile en üst düzeyde sağlanmak zorundadır. Oto emniyet camlarının can emniyetini yakından ilgilendiren bu özellikleri, R 43 adı verilen uluslararası bir şartname ve Avrupa Birliği Yönetmeliğine uygun olarak cam üreticisi tarafından garanti edilmek zorundadır.

Lamine cam aynı zamanda gürültü yalıtımına katkısı ve düşük UV geçirgenliği ile de yararlı bir üründür. Lamine cam renkli, renksiz polivinil butiral (PVB); renkli, renksiz ve yansıtıcı cam kombinasyonlarıyla üretilmektedir. Bunun yanı sıra Lamine cam gerektiği takdirde temperli cam kombinasyonlarıyla üretildiği gibi yalıtım üniteleri bünyesinde de yer almaktadır.

Kurşun camlar

Cam yapısında kurşunun yer alması sonucu kurşunlu camlar oluşur. PbO genelde ağ düzenleyicidir. Silikanın kurşun oksit ile reaksiyonu sonucu erime sıcaklığı 740 °C olan kurşun silikat ortaya çıkar. PbO düşük erime sıcaklığına sahip kurşunlu cam ve sırların en önemli elemanıdır. Kurşun camları; metalik, altın, gümüş ya da bakırı çözmektedir.

Ticari kurşun camları bir miktar K₂O içerir. Kurşun camlarına alkali ilavesiyle çalışma aralığı genişler. Yani, sıcaklıkta bir azalma meydana gelirken akışkanlıkta ancak küçük değişiklikler olur. Bu özelliklerinden dolayı elde işlenmiş sofa takımlarında ve sanatsal ürünlerin yapımında yıllardır kullanılmaktadır. Soğuk halde kesme işlemi uygulanarak kristal cam ürünleri elde edilmektedir.

Alkali kurşun camları elektrik-elektronik sanayisinde geniş bir biçimde kullanılmaktadır. Elektrik özelliklerinin yanı sıra x ışınlarını emme kabiliyetinden dolayı bu cam renkli tv tüplerinde ve tüplerin boyun kısımlarında kullanılır.

Pbo tarafından sağlanan yüksek ışın saçılımı yüzünden kurşun camları optik uygulamalarda da kullanılmaktadır.

Özel, düşük erimeli bu camlar, içerdikleri PbO sayesinde iki cam parçasının şekil dönüşümü olmaksızın birbirine bağlanabilmesini de sağlarlar

Difüzyon

Bir çözeltilde moleküllerin, çözeltinin her tarafına eşit olarak yayılmaları olayına difüzyon denir. Difüzyonda fazlar arasında zar yoktur ve difüzyonun yönü sabit ve tektir. Çok yoğunundan az yoğununa doğru hareket eder ve yoğunluk farkı ortadan kalkınca difüzyon durur. Ancak; canlı hücreler ile çevresi arasında sürekli yoğunluk farkından dolayı difüzyon devamlıdır.

Difüzyon Brown hareketinin bir sonucudur. Brown hareketleri kolloidal çözeltilere has bir durum olup kolloidal taneciklerin bir hareketidir. Bir kolloid taneciğın difüzyon hızı difüzyon katsayısı ile belirlenir. Bu da, birim derişim düşüşünde 1 saniyede 1 cm² lik yüzeyden sabit hızla geçen madde miktarıdır.

Yangına dayanıklı cam

Yangına tepki verme açısından cam A1 sınıfı bir malzemedir. A1 sınıfı malzemeler tutuşmayan, kömürleşmeyen, yanmayan ve yangına katkıda bulunmayan malzemelerdir.

Yangın dayanımı söz konusu olduğunda yapılarda standart olarak kullanılan camlar yangın karşısında bütünlüklerini koruyamadıkları için özel olarak tasarlanmış, dayanım ve performans süreleri ilgili standartlarda tanımlanan testlerle belirlenmiş yangın camları kullanılmaktadır. Yangın camları bina içinde ve dışında kapılar, pencereler, koridorlar ve çeşitli bölmelerin camlamalarında kullanıldığında, yangının alevi, dumanı ile alevin ısısını engelleyerek güvenli kaçış yolları oluşturmaktadır.

TS EN 357 “Cam – yapılarda kullanılan-saydam veya yarı saydam camlardan meydana gelen yangına dayanıklı birimler- yangına dayanıklılık sınıflandırması standardında yangına dayanıklı camlı birim: Yangına dayanıklılığı deneye ispatlanmış ve sınıflandırılmış bütün kısmi yapı bileşenleri sabitleme malzemesine, contaya ve montaj desteklerine sahip bir veya daha fazla saydam veya yarı saydam cam ürün ihtiva eden bir yapı birimi” olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle yangın camının performansı doğrama ve diğer montaj elemanlarının performansı ile birlikte geçerli olmaktadır.

Sınıflandırma

EN 357’de yangına dayanıklı, camlı birimlerin sınıflandırılması aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Yük taşıma kapasitesi: Yapısal kararlılığında herhangi bir kayıp olmaksızın bir zaman periyodu boyunca bir veya daha fazla yüzü yangına maruz kaldığında yapı biriminin yangına dayanma gücü.

Bütünlük: Ayırma görevi olan bir cam yapı birimi sadece bir taraftan yangına maruz bırakıldığında, yangına maruz kalmamış yüze-

ye veya varsa söz konusu yüzeye bitişik malzemeler kızılacaktır ve yangına maruz bırakılan taraftan yangına maruz bırakılmayan tarafa önemli miktarda sıcak gaz veya alev geçişi olmayacak şekilde cam yapı biriminin yangına dayanma gücü.

Radyasyonu azaltma: Camın ön tarafında ölçülen radyasyon ısı-sı belirtilen bir seviyenin altında olan ve ayırma görevine sahip bir yapı elemanı, bir zaman periyodu boyunca sadece bir taraftan yangına maruz bırakıldığında bu cam yapı biriminin yangına dayanma gücü.

Yalıtım: Sadece bir taraftan yangına maruz bırakılan cam yapı biriminin:

- Diğer tarafa önemli miktarda bir ısı iletimi olmaksızın yangına dayanma gücü,
- Arkasında bulunan insanları yangın sebebiyle oluşan ısıdan yeterince koruyabilme gücü.

Duman Kontrolü: Yapı biriminin sıcak, soğuk gazların veya dumanın bir taraftan diğerine geçişini azaltma özelliği.

Kendiliğinden kapanma: Yangın kapısı veya kepenginin her açılışında ortamda duman bulunması halinde, kapı veya kepengin kapatma mekanizması yardımıyla bir açıklığı kapatabilme gücü.

S ve C genellikle yangın kapı ve kepenklerini niteleyen kavramlardır.

Yangına dayanım sınıfları yangın deneyleri sırasında işlevsel olarak yukarıdaki kavramlardan hangilerinin dikkate alındığını gösteren R, E, W, I gibi harfler ve bunları izleyen dakika (30, 60, 90, 120) cinsinden dayanım süreleri ile ifade edilmektedir.

Yangın camlarının, performans ve dayanım süreleri uygun doğrama ve montaj malzemeleri ile beraber bağımsız ve akredite laboratuvarların test raporlarıyla belgelenmiş olmalıdır. Yangın camları EN 1363-1 ve 1364-1 standartlarına göre test edilmekte ve EN 13501-2 standardına göre

E ;

EW ve

El olarak sınıflandırılmaktadır.

Fotovoltaik

En basit ifade ile fotovoltaikler, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürücülerdir. Güneş ışığının içindeki fotonların uyarısı ile hücrelerde elektronlar harekete geçer. Seri bağlanmış hücreler panel içinde elektrik devresini oluşturur. Bunun sonucu oluşan fizik-

sel reaksiyon doğru akım üretir. Kullanım durumuna göre doğru akım eviriciler ile alternatif akıma çevrilebilir. Sadece güneş enerjisini kullanan fotovoltaik sistemler, herhangi bir hareketli parçadan oluşmaz.

Herhangi bir noktaya ulaşan güneş enerjisinin değeri, güneşin gökyüzündeki yüksekliği, yani hedefe mesafesi, dünyanın dönüşü, sıcaklık, nem ve rüzgar gibi atmosfer fonksiyonları ile coğrafi konuma bağlıdır. Görüldüğü gibi temelde basit bir prensibe dayanan güneş enerjisinin elektriğe dönüşümü, aslında bir çok parametrenin sonucu olan sofistike ve değişken bir olgudur. Bu alandaki fizibilite çalışmalarının son derece dikkatli yapılma ihtiyacı bundan kaynaklanır.

Güneş panelleri birleştirilmiş güneş pillerinden oluşur ve güneş enerjisini direkt olarak elektriğe çevirirler. PV (Fotovoltaik) hücreler yarı iletken silikon malzemeden üretilmektedirler. Güneş panellerinin yapısında bir yarı iletken olan “silisyum” elementi bulunur. Güneş ışığı bu maddeler tarafından emildiği zaman, elektronlar buldukları atomlardan ayrılarak madde içinde serbest kalırlar. Böylece bir elektrik akımı oluşur. Işığın (fotonların) elektriğe (voltaj) dönüşümüne fotovoltaik adı verilir. Paneller, gölgeli havalarda bile önemli miktarda elektrik enerjisi üretebilmektedir. Güneş panelleri çok sayıda güneş hücresinin birbirine paralel veya seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilmesiyle oluşturulur.

Fotovoltaik hücreler, genelde 36-40 hücreden oluşan modüller içine entegre edilir. Bu modüllerde birbirleriyle birleştirilerek metrelere fotovoltaik panel setleri oluşturulur. Farklı biçim ve renklerde üretilebilen güneş panelleri her türlü mimari tasarıma uygundur.

Bilhassa cephe ve çatı kaplaması olarak kullanılabilirler. 10-20 panellik bir sistem normal bir evin tüm elektrik ihtiyacını karşılayabilir. Malzeme tasarrufu sağlamakta ve estetik bir görünüm vererek akıllı bina sistemlerinin enerji ihtiyacı karşılanmaktadır.

Katlanabilen tekne ve deniz uygulamaları için temel ihtiyaçları karşılamakta kullanılan az voltajlı ürünler de bulunmaktadır.

Aynı zamanda artezyen kuyularında toprak altından su çıkarmakta da kullanılmaktadır. Özellikle enerji sistemlerinin ulaşamadığı yerlerde tercih edilmektedir.

Güneş enerjisi ile elde edilen elektrik sayesinde zamanla tükenmekte olan fosil enerji kaynaklarının kullanımı azalacak, barajlar ve bunun müteakibinde nükleer enerji santrallerinin arzı azaltılacak, ülke ekonomisine katkıda bulunulacak ve doğal kaynaklardan daha fazla istifade edilerek doğalgaz için verilen milyarlarca dolar ülke ekonomisinin gelişmesine büyük rol oynayacaktır.

35. Çift cam Sistemleri. Tipik Çoklu Sırlama Şekilleri:

A: Basit çifte sırlama sistemi geleneksel moleküler süzgeci ve dış uçtaki dolgu macununu göstermektedir.

B: akrilik ince borular ısı yayımını engellemek amacıyla tipik saydam yalıtım aracı ile ortaya konmuştur. C / D: Tipik bir ateşe dayanıklı sırlama, saydam jeli yüksek sıcaklıklarda ateşe dayanıklı yerkabuğuna çevirir. E: kaplama filmi radyasyon ve ısı iletimini değiştirmek için boşlukta tanımlanmıştır.

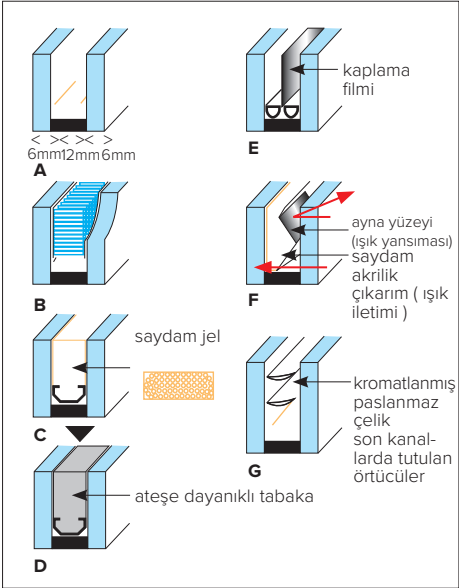
F: Simens sistemlerindeki gibi ışığı direkt ileten boşluk eki.

G: Okasolar gibi solar kontrol sağlamak için boşluk olmaksızın oluşturulan tüneller.

Büyüklüğü: Bir solar panelin büyüklüğü veya yüzey alanı onun ne kadar watt üreteceğini doğrudan etkiler. Solar panel büyüklüğünün yanı sıra panelin çeşidi baksın bir değişle teknolojisi de watt değerini yani gücünü doğrudan etkiler. Bu konuda daha fazla bilgi için aşağıdaki makaleye göz atabilirsiniz.

Dayanıklılığı: Bir solar panelin özellikleri birbirleri ile bağlantılıdır. Aynı şekilde bir panelin dayanıklılığı fiyatını doğrudan etkiler bu da panelin teknolojisini geliştirmesine katkıda bulunur. Ayrıca daha kaliteli ürünler daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Uzun ömürlü güneş panelleri yatırımın geri dönüşü açısından tercih edilmelidir.

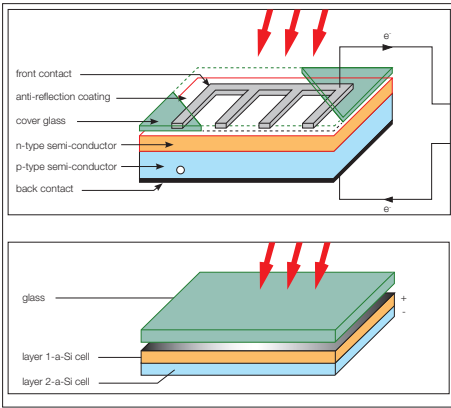
35



Çeşidi: Solar panellerin üretiminde değişik teknolojiler kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, bir solar panelin fiyatını, büyüklüğünü ve dayanıklılığını doğrudan etkiler. Yeni teknolojilerin güneş enerjisi üretme performansı daha yüksektir. Yani aynı yüzey alanından daha fazla enerji üretirler. Ancak bu özellikleri fiyatlarının yüksek olmasına yol açar.

Araştırmacılar titanyum dioksit ve silikon yerine güneş enerjisi gibi ucuz enerji kaynakları araştırmaktadır. Bu Gratzel hücreleri, ışık emici boya ile kaplanarak çok verimli ve ekonomik üretim yapan düşük maliyetli hücrelerdir. Ayrıca güneş enerjisinin katkısıyla daha rekabetçi bir sistem durumuna gelmiştir. Gratzel hücreleri İsveçreli bilim adamı Michael Gratzel tarafından icat edilmiştir. Silikon yerine, titanyum dioksit (TiO_2 - ucuz ve yaygın olarak kullanılan malzeme) kullanılmıştır.

Gratzel hücreleri parçacıkları TiO_2 , iki tarafı kapalı dalga boyunda verilen ve ışığı emen bir boya ile kaplıdır. Güneş ışınlarının geldiği aralıkları geniş, iyonlar arasına yerleştirilen iki elektrot içinde bir elektrolit yer alır. Hücreler, orbital boya molekülleri sayesinde elektronlar da yapar.



36

36. Tipik güneş pili konsrüksiyonu.

n-tipi ince üst silikon tabaka bir mikron kalınlığında, ışığı sağlamak için parmaklık şeklinde düzenlenmiş izgaralardan oluşmuştur. Alt tabaka ise p tipi silikon ve yaklaşık 400 mikron kalınlığında ki metal tabakadan oluşmuştur.

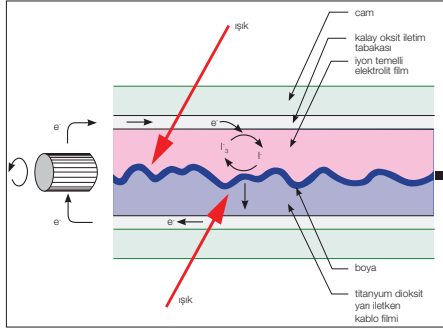
37

37. Çok katlı güneş pili konsrüksiyonu.

Silikon dışında kalan malzemeler; galyum, arsenik, kadminyum, kalsiyum sülfür araştırılır. seeralak ince film farklı dalga boylarında güneş emilimini artırmak için kullanılır.

38. Gratzel Hücre

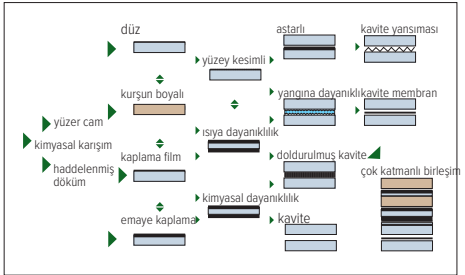
38



39. genel cam katoloğu.

Bu diyagram camın basit şekillerinden türetilmiş şekillerini ve performans değişikliklerini göstermektedir. İlk iki sütun ilk üretilen ürünleri göstermektedir. Onlar biçimleme ve kimyasal özelliklerle karakterize edilmiş ilk üretim aşamasında oluşmuştur. İkinci sütunda basit yüzeyel uygulamalar yer almaktadır. Üçüncü sütun cama yapılan tipik işlemleri göstermektedir (tabakalara yapılan uygulamalara karşı olarak) Dördüncü ve beşinci sütunlar tipik çok katmanlı sırlama tekniklerini göstermektedir. Soldan sağa doğru ilerleyiş her zaman işlemlerin başarılı olduğunu göstermez. Çok çeşitli ürün üretebilmek için farklı teknikler uygulanabilir. Alt kısımda sağ köşede yer alan sütun zengin akım teknolojisini göstermektedir.

39



	yogunluk g/cm ³	gerilim noktası °C	tavlama noktası °C	yumuşama noktası °C	yansımaya indeksi	ısı iletkenliği W/m°C	ısı genişlemesi x10 ⁻⁷ /°C (linear)	özgül ısı J/g°C	Young's modülü G Pa	kimyasal dayanıklılık hava	su	asit
erimiş silika camı	2.2	987	1082	1594	1.46-1.48	1.38	0.54	0.77-0.8	73	1	1	1
borosilikat camı	2.23-2.42	515	565	820	1.47-1.49	1.13	2.8-3.3	0.7-0.8	63-71	1	1	1
alüminyum silikat camı	2.52-2.64				1.53-1.55		4.2-4.6		86	1	1	3
flüorasan tıp camı	2.49	495	524	705	1.51	1.04	8.5	0.83				
konteynir camı	2.46	490	540	720		1.02	8.7	0.82				
kuşun camı	3.03-6.22		437	631	1.56-1.97	0.84	8.4-10.4	0.84	51-59	1/3	1/2	4/2
soda kireç camı	2.47	520	545	735	1.52	1.42	7.9	0.67-0.8	68-74	3	2	2
su	10				1.333	0.56	doğrusal olmayan	4.2				
Alüminyum	2.7					236	23.1	0.8-0.88	70			
yumuşak çelik	7.8					71 (demirli)	11.8 (demirli)	0.49	212			
Ahşap	0.7-0.8					0.14-0.17	3-6/36-60**	11-16				
plastikler (saydam)	1.1-1.2				1.49	0.17-0.25	30-9011-15	2.4-4.0				
elmas	3.5				2.42	1000-2600 31	0.42					
Zerodür/ceramic							<0.1					

*tanecekler boyunca **tanecekler karşısında

40. fiziksel özellik tablosu.

Farklı kaynaklarda konuşlandırılmış ve farklı amaçlarda kullanılmak üzere üretilen ve her zaman aynı kaynakta yer almayan malzemelerin karakteristik fiziksel özellikleri gösterilmiştir. Bu durum genellikle onların çevreye veya malzemenin durumuna bağlı olduğunu gösterir.

Cam Üretimi

Tüm teknolojik uygulamaların kapsamı, kullanıcılar için provizyon maliyetini dengelemeye çalışmakla sonuçlanır. Bu ilke ile uygun olarak 4000 yıldır binalarda cam kullanımı veya camın gelişimi ve kullanımını, önemli derecede çeşitli üretim metotlarının zorluğuna ve maliyetine bağlıdır.

Cam onun eşsiz karakteristik özelliği sayesinde doğada yaygın olarak bulunan ürünler arasında yer alır, aynı zamanda gezegende en yaygın olan iki elementten üretilmektedir.

1. Ürün maliyetlerini gösteren grafikte göreceli olarak daha ilginç bir okuma parçası sağlayan enerji çıkarımının tablosu.

Tablo 2'de metrik ton başına malzemelerin 1980'lerdeki maliyetleri göstermektedir. Maliyetlerin değişik varyasyonları oransal olarak verilmektedir. Kaplamalar için kullanılan tipik iki malzeme ve camın ana malzemeleri karşılaştırılmıştır.

ham madde	ortaya çıkan enerji(GJ/ton)
alüminyum	300
plastikler	100
bakır	100-500
çinko	70
çelik	50
cam	20
çimento	8
tuğla	4
ahşap	2
çakıl	0.1
yağ	44
kömür	29

malzeme	metrik ton başına maliyet
gümüş	£520,000
volfram	£11,800
akrilik	£2,400
polikarbonat	£1,160
alüminyum alaşımı	£910-1,110
cam	£680
yumuşak çelik	£200-220
beton	£125-135

Bütün cam üretimleri esasen küçük katkılar yapmak suretiyle ucuz ham maddeleri kullanmak ve onları işlenmiş ürün haline dönüştürmekle ilgilenir. Bu mamullerin birçoğunun maliyeti atölyeler-

de oluşmaktadır.

Biz bu bilgileri size aktarıırken bir kilogram silikanın maliyeti 10 £'dur. Bir kilogram mamulün (260 mm²'lik 6 mm kalınlığında bir malzemenin) piyasa fiyatı tavllanmış düz camlar için 1.27 ve renkli camlar için 1.80 £'dur. Ham maddenin maliyeti esasen özütleme için gerekli enerjinin miktarı ile ilişkili olan maliyete bağlıdır. Tablo 1 tipik bir özütleme için gerekli enerji miktarını GJ/ ton cinsinden göstermektedir. Düz cam üretiminin ana hedefi stokçular için başarılı birer tedarikçi olarak hareket etmektir. Haftalık üretim kararları bu sonla ve üreticilerin depolarındaki stokların ölçülmesi ile ilişkilidir.

Mümkün teknoloji potansiyeli için sadece üretimin doğasını ve maliyetini anlamak yeterlidir.

Birincil üretim

Binalarda kullanılan düz camlar bir veya iki aşamada üretilir: birincil üretimde düz temel atılır veya dökme ürün yapılır, ikincil üretimde ana ürünün tadil edildiği veya ilave yapıldığı aşamadır. İkincil teknolojiyi kullanmanın avantajı birincil üretimdeki pahalılıktan kaçınmayı sağlamasıdır.

Birincil üretim genellikle üç ana işlemlle ilgilidir:

- eritme
- biçimleme
- tavlama

Eritme

Eritme, onların akabilecekleri ve biçimlendirilebileceği yaklaşık 1.600-1.800 C sıcaklıkta bileşenlerin ısıtılması işlemidir.

Biçimleme

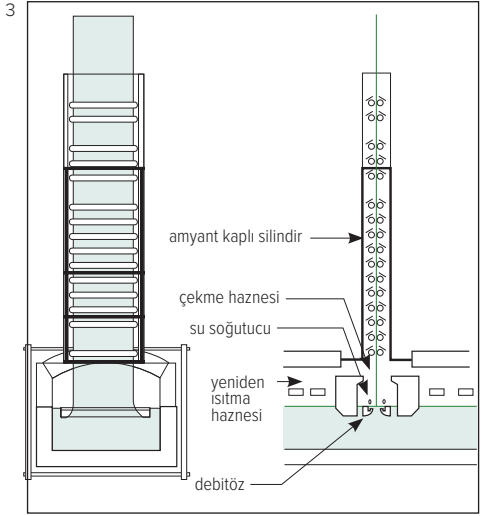
Camın aşamalı olarak soğutulduğu ve sertleştiği süreçte normal olarak yürütülen bir işlemdir. Malzeme sıcaklık 1600 C'den 800 C'ye düştüğü zaman sıvıdan katı duruma geçmeye başlar.

Tavlama

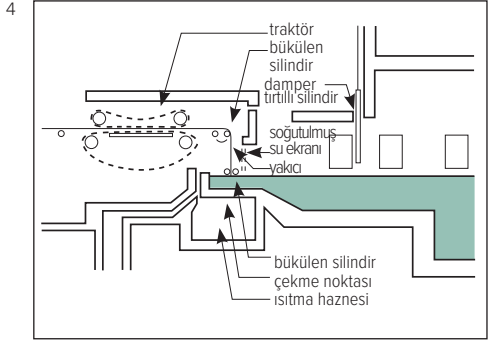
Tavlama üçüncü önemli süreçtir ve kontrolü şartlar altında dengeli bir biçimde 600 C'den 100 C'ye kadar soğutulur. Tavlama aşamalı olarak ısıtmayı ve soğutmayı kapsayan bir süreçtir. Cam sanayisinde bu terim genellikle kontrollü soğutmanın son aşamasını, soğutma tüneline taşınmasını ve camın düz kesilebilmesini sağlayan esas özelliklerini ifade etmek için kullanılır.

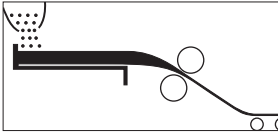
3. Fourcault süreci.

Dikey olarak çizilen tabaka: yerçekimi üzerindeki esnekliğin başarısı



4. Colbum süreci





5

5. Bicheorux süreci.

1920'lerin başında tanımlanmış, 17 yy sonlarında malzemeler keşfedilene kadar cam levha yapımında yeni bir yöntem olarak kullanılmıştır.

Flotasyon veya yüzdürme yöntemi,

Flotasyon veya yüzdürme yöntemi, üretilecek cevherin su sevmesi (hidrofilik) ve su sevmeme (hidrofobik) özelliklerini kullanarak sıvı içerisinde kabarcık oluşturarak suda yüzmesi veya batması ile diğer malzemelerden ayrılmasını sağlayan bir zenginleştirme yöntemidir.

Flotasyon Hücresi

Genelde sülfürlü cevherlerin ayrıştırılmasında kullanılır. Dünyada flotasyon özellikle bakır, kurşun ve çinko cevherlerinin zenginleştirme yöntemlerinden biridir. Örnek: porfirik bakır cevherlerinde (hem oksitli hem sülfürlü) flotasyon ile sülfürlü ve oksitli olarak ayırmak mümkündür.

Yüzdürme işlemi sadece suyla yapılamadığından flotasyon için malzeme içine reaktifler eklenir. Bunlar sırası ile pH ayarlayıcı, bastırıcı, canlandırıcı, toplayıcı (kollektör), köpürtücüdür. Bu zenginleştirme yöntemi gravite ile yapılamayan zenginleştirme için uygulanır. Madencilik sektöründe önemli bir zenginleştirme yöntemidir.

Tipik bir yüzdürme işlemi iki kısımdan oluşur:

harmanlama

yüzdürme banyosu

Harmanlama

Cam üretiminde öncelikle harman hazırlama gelir. Harman, o camın içinde bulunması gereken oksitleri sağlayacak ham maddelerin reçetelere göre istenilen miktarlarda tartılarak ve karıştırılarak elde edilmesidir.

Kum, kireç taşı, soda gibi ham maddeler ve bunların yanında başlangıç malzemeleri katılarak harman hazırlanır. Ham maddeler, fabrikaların stoklarından arabalarla alınarak terazilere getirilir ve tartılır. Sonra istenilen miktarlarda karıştırılarak fırına verilir. Genellikle dünya cam üretiminin büyük çoğunluğunu silikat esaslı camlar oluşturur.

Harman Hazırlanması

Gelen ham maddelerin silolara nakli Iskarta ve kape cam kırıklarının toplanarak cam kırığı sahasına ve silolara nakli ham maddelerin si-

lolardan alınıp her bileşenin kantarda tartımının yapılması. Tartılmış ham maddelerin mikserlere nakli mikserlerde karışımı ve gerekli su ilavesi yapılarak harmanlama işlemi başlamış olur.

Harmanda aranılan özellikler şunlardır:

- Ham maddeler miktar ve kalite yönünden kontrol altında olmalıdır. Ham maddelerin dış şartlardan etkilenip bozulmamacak şekilde korunması, muhafazası
- ham maddelerin istenilen tane iriliğine sahip olması
- Harman+cam kırığı homojen olarak % 2,8 civarında nem içermesi
- Tartım hatalarının olmaması
- Hazırlanan harman karışıktan sonra homojenliğini korumalı
- Harmandaki ham maddeler gruplaşarak ayrılmamalı
- Ham maddelerin fırınlanmasında eritme sırasında içerdikleri gazları kaybetmeleri söz Konusudur. Yani ağırlık kaybederler. İdeal kaybın %15 olması gerekir. Bu değerden daha Fazla kayıp olursa cam eriği, kaynama noktasına yakinken daha düşük değerlerde eriğin berraklaşması zorlaşır.

Standart bir düz camlarda bulunan malzemeler şunlardır:

- Kum
- Sodyum karbonat (NA3O3, Na2O dönüşümü için)
- Kalker (CaCO3, AaO dönüşümü için)
- Dolomit (Ca /MgCO3, MgO dönüşümü için)
- Tuz keki (Ham sodyum sülfat)
- Cam kırığı (geri dönüşümlü cam kırığı)
- Fırınlarda Eritme

Fırınlr

Cam eritme için kullanılan birçok fırın tipi vardır. Önceleri potalar kullanılmaktaydı. Zamanla camın kullanım alanları ve talep arttıkça potaların yerini reverber tipi fırınlar almıştır. Daha sonraları otomasyon üretime geçildiğinde seri üretim şartlarına uygun sürekli eritme fırınları kullanılmıştır.

Eritme Tankları:

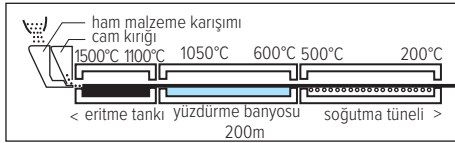
Cam yapımı için kullanılan fırın tiplerini genel olarak iki kısma ayırmak mümkündür: Pota fırınları ve tank fırınları.

Pota fırınları kesintili yüklemeli tipte ateşe dayanıklı fırın damına konmuş potalarda yapılabilen özel camların ufak çaptaki üretimleri veya erimiş camın yanma ürünlerinden korunması gereken durumlar için yararlı bir şekilde kullanılırlar. Potaların, açık olan ve bir kapak ile kapatılmış olan iki tipi vardır; genellikle 60 -80 cm yükseklik ve 1 m genişlikte olup 400 - 800 kg erimiş cam kapasitesine sahiptirler. Potalar, 1 kısım yüksek derecede ateşe dayanıklı ham kil ve 1 kısım pişirilmiş kilden yapılırlar.

Devamlı olarak çalışan tank fırınlarında cam harmanı, üst kısımdan geçirilen alevler vasıtasıyla eritilir; bu tip fırınlarda tanklar, kalın şamot tuğlalardan yapılırlar. Karışım fırının bir ucundan devamlı olarak yüklenir; erir ve erimiş cam, durultma (arıtma) bölümüne akar; burada, yüksek sıcaklık nedeniyle yüksek derecede akışkan haline gelir; cam sonra çalışma bölgesine geçer ve burada prosesleme için gereken sıcaklığa kadar soğur. Bu tank fırınlarının bazılarında boyutlar 38 x 9 x 1.5 m olup, kapasiteleri 1500 ton erimiş camdır ve üretim süreklidir.

Isıtma

Isıtma çoğunlukla, reküperatif sistemler ile ateşleme vasıtasıyla yapılır. Ufak tank tipi fırınlara "günlük tanklar" adı verilir ve 1 -10 ton erimiş cam olarak, günlük gereksinimi karşılar. Gaz veya elekt-



6

6.Yüzdürme süreci.

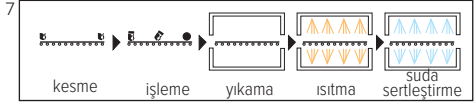
rikle ısıtılırlar. Elektriksel ısıtma çoğunlukla, indirekt direnç ısıtması ile veya direkt direnç ısıtması vasıtası ile yapılır. ısı gereksinimi, camın her kg'ı için 2000-3000 kcal civarındadır.

Cam fırınlarının daha önceki tipleri rejeneratif fırınlar olup, iki dizi göz göz bölmeli oda ile, çift devreli olarak çalışırlar. Alev gazları, erimiş cam içeren fırında, bir uçtan diğer uca geçerek ısılarını fırına verirler ve şekil 2'de gösterilen açık bulunan kafes tuğla örgüsüne girerler.

Üretime başlayan bir fırının sıcaklığı, fırın yapımında kullanılan refrakterlerin cinsine bağlı olarak, her gün belirli bir miktar arttırılır. Rejeneratif fırın bir kere ısıtıldıktan sonra, çalışma süresince en az 1200°C de tutulmalıdır. Isının büyük bir kısmı, ışıma yolu ile kaybolur ve cam eritmede, çok ufak bir kısmı kullanılmış olur. Fırın duvar-

larının, ısıma yoluyla bir miktar soğumasına izin verilmemesine halinde, sıcaklığı çok yükselir ve erimiş olan cam, bu duvarı hızlı bir şekilde aşındırır veya çözer. Erimiş camın bu etkisinin azaltılması için, fırın duvarları içerisine, su soğutmalı borular yerleştirilir.

7. Isı temperleme



Potalar

Potalar optik camların, renkli camların, sanatsal camların üretimlerinde kullanılmakta olan, erimiş camın basıncına dayanıklı ve özel killerden yapılmışlardır. Potalarda 1400°C'ye kadar çalışılabilir. Kapasiteleri 225-1800 kg arasındadır. Potalarda üretilen camlar çok homojen olmaktadır. Potalarda üretilen camların maliyeti de yüksektir. Cam türlerinin fazla olduğu, ancak cam miktarının az olduğu üretim süreçlerinde havuz fırınının kullanılması uygun değildir. Bu yüzden potalı fırın kullanılır. Potalı fırında ana madde miktarı en fazla 2000 kg dolayındadır.

Havuz Fırın

Biçim yönünden yüzme havuzuna benzediği için havuz fırın adı verilmiştir. Fazla miktarda cam üretilmesi gereken üretim süreçlerinde kullanılır. Bu fırında yaklaşık 800-1000 ton dolayında erimiş cam bulunur. Camı oluşturacak ana maddeler, özel bir itici mekanizma ile havuz fırınının ağız kısmından içeriye itilir ve eritme işlemine başlanmış olunur.

Reverber Tipi Fırımlar

Cam üretiminde maliyeti düşüren fırın tiplerine ihtiyaç duyulduğu için reverber tipi fırınlara geçiş yapılmıştır. Bu fırınlar yatay alevli fırınlardır. Cam harmanının yüzeyine alev temas etmekte ve bu yüzden de eritme yüzeyden başlamaktadır. Böylece refrakterlerin sıcaklığı ergimiş caminkinden daha düşük olmakta ve cam daha az kirlenmektedir. Bu tip fırında camın homojenliği düşük olabilmektedir.

Camın Soğutulması

Soğutma işleminden amaç camda kalıcı gerilme yaratmaktır. Kalıcı gerilmeler camın mukavemetini artırır. Soğuyan camın yüzey katmanları, iç katmanlara göre daha hızlı soğur ve büzüşür. Bu büzüşme hızlarındaki farktan dolayı daha hızlı büzüşen katmanda çeki, daha yavaş büzüşünde baskı gerilmeleri oluşur. Daha sonra camın orta kısmı katılaşmaya başladıktan sonra gerilmelerin yönü değişir ve iç kısımlar daha geniş bir sıcaklık aralığında soğuduğundan iç kısımda

çeki, yüzeyde bası gerilmeleri oluşur. Gerilmelerin büyüklüğü soğutma hızının ve camın kalınlığının fonksiyonudur. Soğutma camı zorlayan hızlı bir işlemdir. Soğutma zorlanmış taşınım ile olur.

Cam kesme

Cam kesme bir sanat formudur. İnşaat projeleri veya tekne yapımı için olsun cam kesme aletleri özel bilgi gerektirir.

Çeşitli tip kesiciler vardır. Avrupa olanların sapları değişiktir. Kendi el ve tutuş şeklinize uygun olanı seçebilirsiniz. Kullanacağınız cam tipine göre kesici uçlar da değişik olacaktır. Metal, ahşap saplı ve sap kısmında gaz bulunan elmaslar (gazlı elmas) bulunmaktadır. Elmas gaza batırılarak veya kesilecek cam yüzeyine gaz sürerek kesme işlemi yapılır. Gazlı elmaslarda gaza batırma işlemine gerek yoktur. Elması gaza batırma işlemi kesimi kolaylaştırır. Kesilen camı fazla bekletmeden kırma işlemi yapmak gerekir, bekletilen cam yanlış yerden kırılabilir. Düz camlarda kesici, daha çok kaymaktadır. Cam üzerinde kesici ile camlar çizilirken diğer camlara göre hata yapılması amacıyla bastırma oranına daha fazla dikkat edilmelidir. Girintili çıkıntılı ve dokusu pürüzlü olan camlar ise, düz tarafından eli kaydırmadan kesmeye çalışılmalıdır. Aynanın ise, tersinden kesim yapılmalıdır. Cam kesme becerisi kazandıktan sonra numaralanan şablonların yardımıyla cam üzerindeki kartonun kenarlarını izleyerek cam kesici (elmas) ile camlar çizilmelidir. Cam kesilirken kulağa ince ve devamlı bir ses gelmelidir. Bu ses işitildiğinde, camlar çizilmiştir. İyi sonuç almak için kesici ile cam çizilir çizilmez zaman geçirmeden kırma işlemine gidilmelidir. Kesici ile çizilen cama arka yüzden ve tam çizgi üzerinden kesicinin uç köşesiyle hafifçe vurularak küçük çatlaklar elde edilir. Bu çatlaklar, kırılmaya yol gösterir. Camın çizili yüzünün ters tarafından bastırılarak kırılır. Kırma işlemi elle veya çitlatma pensesi ile yapılır. Çizgi dışında kalan küçük parçalar pense, eğre veya cam taşı ile düzeltilir. Cam taşı ve eğre ile camın kenarlarını düzeltme işlemine rodajlama denir.

Cam boyama

Günümüzde çok yaygın olarak, evlerde, otellerde, fabrikalarda, yemek ve oyun salonlarında, camilerde ve bunun gibi birçok mekânda çok amaçlı kullanılan bir sanat tekniği olan vitraya, kısaca cam resmi diyebiliriz.

Vitray sanatı gün ışığı ile doğan ve yine onun az ve çokluğu ile dönüşümler kazanan bir ışıklı resim sanatıdır. Vitrayın diğer resim sanatlarından ayrı olan yönü onu diğerlerinden üstün kılan tarafı aynı kalmayıp, ışık dönüşümleriyle, ya da ışığa etki eden elemanların dönüşümüyle değişik özellikler kazanmasıdır. Bir ışığın azalıp çoğalması ve bulutların hareketi, hatta vitrayın arkasında bulunan ağaçların dal

ve yapraklarının veya başka cisimlerin hareketi cam üzerinde değişik renk ve gölgeler meydana getirir.

Yakın yüzyıla kadar vitray sanatı doğal ışıktan yararlanmıştır. Teknikteki ilerlemelere paralel olarak değişik kaynaklarda, özellikle elektrik ışığı vitrayın ışık kaynağı olmasını sağlamıştır. Ayrıca hiç doğal ışık olmayan yerlerde de vitray kullanılmıştır.

Çekme

Cam çekme prosesinde; cam, ergimiş bir banyodan yatay ve dikey olarak çekilir. Düz cam bir soda-kireç-silis camıdır. Cam çekme yöntemi günümüzde; float cam prosesinde,1050 civarında ergimiş cam, sürekli olarak ergimiş kalay banyosu üzerine beslenir. Cam şerit, banyonun sonunda konveyör makaralarıyla proses boyunca çekilir. Kapak olarak adlandırılan ayarlanabilir refrakter parçası ile spatul boyunca akış kontrol edilir. Banyoda sıcaklık ve uygun ısıtma resistansları ile ve soğutma elemanlarının kullanımı ile denetim altında tutulur. Düz camın büyük bölümü günümüzde float prosesi ile üretilir. İngiltere’de düz cam üretiminin % 100 floattır. Diğer endüstrileşmiş ülkelerde kuzey Amerika ve batı Avrupa’da da yaklaşık olarak üretimin tüpü float üretilir. Düz cam çekmede merdana ile şekillendirme ve şerit cam çekme yöntemi de kullanılmaktadır. Çekme üretimin beş aşamasını çizer:

- eritme
- çekme
- tavlama
- kesme
- stoklama

Eritme

Kum, %10 - %20 arasında kırık cam ve yüzdürme banyoda karıştırılan diğer gerekli bileşenler yaklaşık 1100 mm derinliğindeki eritme potasına dökülür. Aşağı taraftan gaz alevi ile sıcaklık sağlanır. Eritme malzemesi 1600 -1800 °C arasında ısıtılır ve kontrol edilmiş sıcaklık koşulları altında silindirlere doğru dökülür. Böylelikle uygun olan en güzel kıvama ulaşılmış olur.

Biçimleme

Erimiş cam ana silindirler arasında yaklaşık 1400 mm boyundaki banda dökülür. Yaklaşık 240 mm çapındaki silindirler camın yüzeyinde eşit uzunlukta olan şablonları oluşturur. Yeniden depolama ihtiyaçlarını karşılamak için sık sık değişikliğe uğrayan silindirler şablonların depolanmasını gerektirir. Yaklaşık 30 dakikalık süre-

de 10 kişi tarafından oluşturulan bir takım tarafından taşınabilmesi için silindirlerin değiştirilmesi amacıyla bir makina dizayn edilmiştir. Cam akşıkanlığı ile sık sık yaşanan üretim kaybı problemleri engellenmeye çalışılmıştır.

Tavlama, Kesme ve Depolama

Bu aşamalar genellikle yüzdürme aşamalarıyla genelde yüzdürme aşamalarında yapılan tanımlamalarla benzerlik gösterir ve genellikle daha az otomasyona ihtiyaç duyulur.

rnler

Göreceli olarak daha yarışır silindirleme teknikleri bir çok farklı ürünün üretilmesini sağlar. Tele benzer kaplamaların araya sokulmasını engellemek amacıyla uyarlamaya hazır hale getirilmeleri sağlanır. Araya sokulan tel takviyesi kaplama teknikleri için kurulan uygulamaların en iyisini oluşturur. Demiryolu istasyonları için gerekli olan geniş çatılar inşaat sergilemeleri ve 19 yy ikinci yarısında yer alan pazarlar daha güvenli cam çeşitlerine olan ihtiyaı artırmışlardır. İlk patent 1855 yılında alınmıştır ve 1898 yılında Pilkington retim ticari temelini atmıştır.

Güncel rnler, 6 mm'lik ağ , 25 mm'lik altıgen fileleri ve 12,5 mm'lik noktaya kaynak edilmiş ağları içerir. Ağın rolü o hale yumuşak durumdayken sıcak cam içerisinde tanıtılmıştır Bu şu anlama gelerki, silindirler cam yapımında n sıralarda yer alır.

Yeni rnlerin camı şekillendirme aşaması olmaksızın sağlanması oldukça kolaydır. Yeni silindir oyma metodları geliştirilmiş ve fotogravrlerde kullanılmıştır. Yeni şekiller ekonomik olarak 10.000 m²'den daha fazla olmayan dizileri gerektirmiştir. (30 mağaza ofis binasının örtülmesine, kılıflanmasına eşdeğer).

Fırının büyüklüğü ve düz camların etkilediği parçaların maksimum büyüklüğü talebe göre belirlenir. Mimari camlar için tipik bir fırının genişliği 2 metrenin üzerindedir, 1,2 metre yksekliliğinde ve uzunluğu 3 m veya üzerindedir.

Bükülmüş tutucularla cam, fırının içine daldırılır ve ısıtılır bu işlem sertleştirmeden önce şekil vermek amacıyla baskılanması ve kaldırılmasından sonra yazılır.

Silindir metodları yavaşca hareket edilerek camın oluşması sağlanır ve böylelikle mümkün olabilen en geniş büyüklükler sağlanabilir.

Bükülmenin kolay olması camın kalınlığına bağlıdır ve genellikle bükülen en kalın cam 10 mm kalınlığındadır. Mümkün olan en küçük yarıçap 150 mm dir ve buda camın kalınlığına bağlıdır.

Temperlenmiş eğriler yapılabilir fakat onlar, demiryolu vagonlarının ön camı için kullanılanlardan daha büyük genişlikte olamazlar.

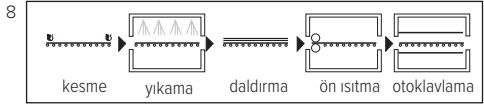
Astarlamanın polivinil butiral tabakası (PVB) veya reçine ile doldurularak kullanılması mümkündür. Tipik bir reçine doldurma sürecinde iki cam tabakası doğru kalınlıktaki esnek boşluklarla birlikte astarlanır. Eğme ve soğutma işleminin ardından ana parçanın en yüksek kenarı doğru kavite derinliğini yaratmakta kullanılır ve ardından morötesi ışık kuularında veya renklendirme sürecinde kürlenir. Kalıp metodları PVB lamine camlarının yapımında kullanılır. İki ince tabakanın kalıpta birlikte çukurlaşmasına izin verilerek bu süreç tamamlanır. Araba camları için kullanılanlardan çok daha popülerdir. Bu süreç yarıçapları ve büyüklükleri aynı olan oldukça geniş ürün çeşitleri için uygundur ve genellikle mimaride kullanılmazlar.

Astarlama

Tavlama camlarından sonra diğer bir önemli güvenlik camı ,diğer çeşitli uygulamalara elverişli olan lamine camlardır. Lamine cam piyasası son zamanlarda oldukça gelişmiştir; 1982'deki yeni İngiliz güvenlik standartları isimli yayından sonra İngiltere'de güçlenmiştir. Astarlamanın ilkesi iki veya daha çok cam katmanının birlikte bağlanmasına dayanır. Son zamanlarda elverişli olarak iki üretim tekniği bulunmaktadır.

Reçine astarlama cam katmanları çevre uzunluğu etrafında iki kez oluşturulan bantların arasındaki boşluklarla kurulu. Bilinen hava boşluğunun yoğunluğuna karşılık ölçülmüş bir miktar sıvı reçine boşlukta akar. Tüm hava yer değiştirdiğinde açık uç mühürlenir ve astarlanmış ürün katı tabakaları oluşturmak için reçine kuruduğu zaman yatay bir şekilde muhafaza edilir. Bu yöntemin avantajı değişen boyutlardaki boşlukları yaratabilmesidir. (Örneğin, bu yöntem bir modelle üretilir veya el yapımı cam ile)

Daha teknik daha önemli ve alışılmış bir metot plastik kaplama tabakaları, genellikle PVB, kullanmayı gerektirir. PVB'nin önemli ve yararlı özelliği sıcaklık ve basınç altında saydam malzemeyi düz ve oldukça güçlü bir yapıstırıcıya çevirmesidir.



8. Astarlama

Tipik bir işlemde yedi ana basamak yer alır:

- Otomatik kesme
- Yıkama
- Daldırma
- Ön ısıtma
- Otoklavlama
- Test etme
- Bitirme

Otomatik kesme

İsrafi azaltmak için kesim işlemi genellikle ikinci süreç olarak uygulanır, fakat kolaylık olması için sadece bir tam otomatik metot burada tanımlanmıştır. Minimum israfta geniş standart tabakaların nasıl kesileceğini açıklayan bu türün analizi optimizasyon tarafından geliştirilmiştir. Bu optimizasyonun sonuçları bandın üzerine yerleştirilir ve bunlar kesim denetimlerinde kullanılır.

Camın dekorlanmasında cam kesme önemli bir yer tutar. Vazo bardak levha cam ve biçimlendirilmiş cam malzemelere yüzey görünümünü değiştiren işlemler yapılabilir. Bunlar ikincil üretim işlemi olarak adlandırılır. Bu işlemler cam yüzeyinde genelde mekanik, özelde ise kimyasal yollarla aşındırma uygulanarak yapılır.

Kesme işlemi için cam malzemenin belli bir kalınlığa sahip olması gerekir. Kırılma olasılığı nedeniyle kalınlığı az olan malzemeye yüzey kesme işlemi uygulanamaz. Ayrıca cam malzemenin de kesme işlemine uygun nitelikte üretilmiş olması gerekir. Çoğunlukla levha camlara kesme işlemi yapılmaz.

Kesme iki kademe yapılır. Önce karborandum çarklarla kaba kesim uygulanır. Çarkların çalışma ömrü yaklaşık iki haftadır. Dolayısıyla bir kesim atölyesindeki temel masraf kalemini bu çarklar teşkil etmektedir. Kaba kesimle işlenen yüzeyler beyaz renkte olup kah-verengi kumtaşı çarklarında ince parlatma işlemine tabi tutulurlar. Böylece keskin hatlar sağlanıp pürüzsüz, saydam gri renkli yüzeyler elde edilerek bir önceki işlemlerden taşınmış olan karborandum parçacıkları uzaklaştırılır.

İnce kesimle pürüzsüz hale gelen yüzeylerin parlatılmasında önce tahta çarklar üzerine pumis uygulanır. Sonra da asitle dağlama yapılır. Ürün kimyasal çözeltilere daldırılmadan önce su ile iyice yıkanır. Yıkama kademesini hidroflorik asit ve sülfirik asit rol oynar. Modern imalathanelerde ürün, çözücü içeren ultrasonik banyolarda yıkanarak yüzeydeki yağlar uzaklaştırılır.

Daldırma

Daldırma yöntemiyle sırlama, bisküvi veya kuru yarı mamulün sulu sır içine daldırılarak çıkartılması ile sırnın mamul üzerinde film tabası şeklinde kalınlık oluşturmalarıdır. Et kalınlığı ince olan ürünlerin sırlanması, bisküvi pişirimi sonrası daldırma yöntemi ile yapılabilir. Et kalınlığı fazla olan ürünlerin sırlanması, kurutma sonrası, daldırma yöntemi ile yapılabilir. Ürünün sır içinde kalma süresi ve sırnın yoğunluğu, ürünün kalın veya ince sırlanmasını doğrudan etkiler. Sırnın yoğunluğu, boumetre ile ölçüldüğünde, 45–50 bome; litre ağırlığı ile ölçüldüğünde 1450-1500g/l arasında olmalıdır. Bisküvinin sır içinde kalma süresi, sırnın yoğunluğuna bağlı olarak 5–15 saniye arasında değişir. Daldırma yöntemiyle sırlamada işlem basamakları şu şekildedir: Bisküvinin tozu alınır. Gerekirse hafif nemlendirilir. Sırnın yoğunluğu, boumetre ile ölçülür veya litre ağırlığına bakılarak ayarlanır. Bisküvi, maşa veya el ile sırnın içine daldırılır. 10–15 saniye sır içinde bekletildikten sonra çıkarılır. 2–3 saniye bekletilir, masanın üzerine konur. Maşa ile veya elle tutulan yerlerin sırları fırça ile sırlanarak tamamlanır. Sır rötuşu yapılır. Fırın plakasına gelen alt yüzeylerin sırnın sünger ile silinir. Fırın plakasına yerleştirilir.

Kimyasal Aşındırma

Cam yüzeylerin aşındırılmasında uygulanan diğer bir yöntem yüzeyin kimyasal yolla işlenmesidir. Bilindiği gibi cam, hidroflik asit (HF) dışında başka diğer asitlerden etkilenmemektedir. Dolayısıyla camın aşındırılmasında HF'den yararlanılır. Bu yöntemde yazı ya da desen dışında kalan kısımların parafin ile kaplanması gerekir. Hidroflik asit parafini etkilemediği için parafin altındaki kısımlar saydam olarak kalır. Buna karşın asitin etkilediği yüzeyler oyulur ve matlaşır. İşlem bittikten sonra parafin kaplanmış yüzeyler temizlenir. Böylece cam yüzeyinin matlaştırılması sağlanır.

Kumla Aşındırma

Bu yöntem ile cam yüzey üzerine kum püskürtülerek yüzeyin mekanik yolla aşındırılması amaçlanır ve sonuçta da matlaştırılması sağlanır. Saydam ve pürüzsüz cam yüzey üzerine basınçla püskürtülen ve çarpan kum taneleri yüzeyde küçük kırılmalara neden olurlar. Bu işleme devam edildiğinde cam yüzeyi tamamen matlaşır, ışık geçirgenliği azalır ve görüntü göstermez hale gelir.

Camlar bu yolla matlaştırılabileceği gibi matlaşması istenmeyen yerlere istenilen biçimde kâğıt yapıştırılarak bu kısımların kumun aşındırmasından etkilenmemeleri sağlanır. Dolayısıyla kaplanan bu kısımlar saydam kalırken cam üzerinde yazı ve desen meydana gelir.

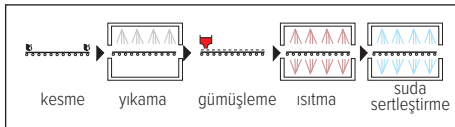
Seramik Sırlama

Günümüzde seramik ürünlerin sırlanması seri olarak yapılmak-

ta, sırlama işlemi elle veya otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Elle yapılan sırlama işlemi çok dikkat gerektiren hassas olunması gereken işlemlerden oluşur. Mamul yüzeyinde sır dağılımının her yerinde aynı olmasına dikkat edilir. Aynı ürünlerin seri olarak sırlanmasında hata payının azaltılması amacıyla otomasyona dayalı sırlama sistemleri kullanılmaktadır. Kullanılan sırlama yöntemi ürünün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Yüksek kaliteli ürün üretmek pek çok faktörün bir araya getirilip bir uyum teşkil etmesiyle yapılabilir. Özellikle aynı renk tonunda sırların elde edilmesi değişmeyen kalitede üretim elemanlarının bir arada teşkil etmesi sonucu gerçekleşir.

Bu alanda başarılı olmak, uygun sırlama yöntemini seçerek hatasız sırlama yapmak ve pişirim atmosferi homojen olan fırınlarda istenilen sıcaklıkta pişirmeyi gerçekleştirmekle mümkündür. Seramik üretim teknolojisinin her geçen gün hızla ilerlediği bu zamanda gelişen sırlama teknolojisini yakından takip edip gelişmeleri incelemek için belirli bir alt yapının oluşması gerekir. Sır hazırlama yöntemlerini öğrenmek, renk verici oksitleri gereği gibi kullanmak, şeffaf sırları renklendirmek, sırlama yöntemlerini uygulamak ve sırlı pişirmeyi gerçekleştirmek bu alt yapının oluşmasını sağlayacaktır.

Seramik sırların kaplanmasında kullanılan malzemeler kurşun silikatlar, kurşun sülfür veya sülüğen ile kil karışımından meydana gelir, saydamdır ve çömlekçilikte kullanılır. Kalaylı sır, genellikle kalay oksitle donuklaştırılmış kurşunlu beyaz sırdır. Beyaz hamurlu ince fayanslarda kullanılan sırlar saydam olup kurşun, kalsiyum, potasyum ve soda-siliko-alüminatlardır. Ayrıca kurşunsuz sırlar ve renkli sırlar (majolika) da vardır. Sırlanan ince fayanslar 1080 C civarında pişirilir. Gri seramik sırlar, feldispat bileşiklerine maden oksitler katılarak elde edilir ve çok değişik dekoratif sonuçlar verir: Bu sırlar 1280 C ile 1320 C arasında pişirilir. Porselen sırları, kuarslı feldispatları (pegmatit) iyice öğütüp kuars ve az miktarda tebeşirle kaolen karıştırılarak ve iyice öğütülerek elde edilir ve 1400 C' de pişim yapılır.



9

9. Seramik emaye veya fritting

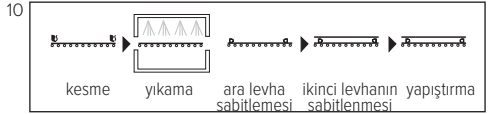
Seramik parçalar, öğütülmüş sır ile su karışımından meydana gelen bir banyoya daldırılarak sırlanır. Sırlanacak parçalar genellikle ilk pişimden (bisküvi) geçmiştir. Sırlama, bazen serpmeye, buharlaştırma veya püskürtme yoluyla; pişmemiş parçaların sırlanması ise fir-

ça ile yapılır. Sırlar maden oksitlerle renklendirilir: kobalt (mavi) , baktır (yükseltgen pişimde yeşil, indirgeyici pişimde kırmızı), mangan (mor) , demir

(kahverengi), krom (yeşil ve pembe), titan (sarı ve kahverengi), platin (gri), çinko (billur sırlar), uranyum (sarı).

Sırlama aşamalarını şöyle sıralayabiliriz: şekillendirme, kurutma, rötuşlama, bisküvi pişirimi, yapacağınız tekniğe uygun olarak çamurun hazırlanması, sırlı pişirme

Seramik dilinde kurutma suyun mamulden uzaklaştırılmasına denir. Mamulün içindeki su şu hallerde bulunur: Yüzey suyu: kil taneciklerinin yüzeylerini saran sudur. Gözenek suyu: Kil taneciklerinin arasındaki boşluklarda bulunan sudur. Mamuldeki suyun büyük bir kısmını oluşturur. Emilme suyu: kil taneciklerinin emerek içine çektiği sudur, mamulün kurutulması sırasında çamurdan en son ve en güç uzaklaşan sudur. Kurutulmuş mamul ilk önce rötuşlanır, nemli bir süngerle silinir. İlk pişirim yani bisküvi pişirimi mamul yeni fiziksel ve kimyasal özellik kazanıncaya kadar pişirilir. Pişirme sırasında mamulde hacimsel büyüme meydana gelir. Bu geçici bir büyümedir. Fırında artan sıcaklığın etkisiyle mamulde ki büyüme yerini hacimsel küçülmeye bırakır.



10. Çok yüzeyli cam

Sırlama, seramik ürünlerinin yüzeyini kaplayan özel bir camdır. Çizilmeye, kırılmaya, kimyasal etkilere karşı mamulün direncini artırır. Seramik sırnın kullanılmadan önceki ilk işlem sırn iyice karıştırılmasıdır. Sırlanacak olan ürünün yüzeyinin temiz olması sırlama esnasında ve sonrasında ortaya çıkabilecek bazı hataları önler.

Kenar dolgu macunu

Camları, ara boşluk çitalarını ve köşe klipslerini boşluksuz mükemmel bir şekilde yapıştırır. Çözücü veya uçucu madde içermez. Buğulanmayı önler. Nem alıcıların performansını artırır. Çok geniş bir sıcaklık aralığında esneklik ve elastikiyeti korur. Basınç nedeniyle oluşabilecek çatlama riskini azaltır. Hızlı ve kolay uygulama için düzgün ve pürüzsüz bir akışkanlığa sahip olması, hızlı ve kolay uygulama sağlar. Çekme - büzülme yapmadan hızlı kürlenir, yüksek verim sağlar. Her iki komponent için de üretim kafilerine uyuma zorunluluğu yoktur.

Kaplamalar

İnce film kaplama tekniklerindeki gelişmeler, sırlama alanından kökten dönüşümler yaratmıştır ve daha da yaratacağı benzetmektedir.

Kendi üzerindeki cam mükemmel bir malzeme karışımından oluşmaktadır ve usta cam yapımcıları uygun şekil verme teknikleri ile alternatif kimya ile sonuçlanan performans özelliklerinden ve renk çeşitliliğinden faydalanmışlardır.

Diğer taraftan nanoteknoloji ile cam malzemeleri kadar iyi olan malzemeler genellikle de opaklar saydam olabilirler. Bu cam tasarımcılarına yeteri kadar ince olmak kaydıyla saydam olabilen gezegendeki bir dizi malzemeyi sunmuştur.

Burada genel olarak üç adet ince film türüne ait teknikler yer alsa da, genellikle elverişli olarak kaplamaları veya yüzey modifikasyon metodlarını ayırmak mümkündür. Bunlar yüzdürme sürecinde hat üstü ve hat dışı olarak kullanılır fakat tasarımcılara sert bir yüzey sağlaması açısından hat üstü kaplamalar daha çok ilgi çeker.

Hat Üstü Kaplamalar

Float süreci sırasında ve cam, float hattını terk etmeden önce gerçekleştirilen kaplamalardır. Kaplama işlemi sıcak ortamda gerçekleştirildiği için bu kaplamalara "pirolitik" de denmektedir. Hat üstü sert kaplamalı camlardan float hattında AURA serisi camlar üretilmektedir.

Güneş kontrol camı olarak kullanılan bu seri, alt cam renkleriyle sınırlı olup kaplama işlemi sonrası temperlenebilir. Aura reflektans (renksiz üzeri), aura bronz, aura füme ve aura yeşil renklerinde üretilmektedir.

Hat üstü kaplamalar genellikle ekonomik olma ve sert olma avantajına sahiptir. Bununla birlikte onlar yüzdürme sürecinin kısıtlarını engellerler bu nedenle teknik ve üretim problemlerine, pazarda kesme ve stoklama zorluklarına neden olurlar. Onların avantajları giderek hat dışı kaplamaların genellikle aşağıdaki çöktürmeler tarafından belirlenmiş esneklik özelliğinden daha ağır basmaya başlamıştır.

- Eriyik çöktürme
- Kimyasal buharlandırma çöktürmesi
- Fiziksel buharlandırma çöktürmesi

Eriyik çöktürme

Sıradan, gümüşlenmiş bir aynanın üzerinde uzanan filmler metal film çöktürmelerinin bir örneğidir.

Gümüş Kaplama

Aynaların yapımı cam sanayindeki en eski tekniklerden biridir. Genelde cam üretiminde insan ihtiyacı önemli bir etki yaratmıştır çünkü gereksinimlere paralel olarak optik düz yüzeyler ve yüksek kalitede cam ihtiyacı ağır basmıştır. Veniceli ayna yapımcılar 1569'da kendi localarını kurdular ve üyelik düzleştirme, kahverengi silindirik cam tabakalarının cilalanması ve kalay-cıva alaşımli yaprakların yansıtma uygulamaları (bu teknik Venice'de 250 yıl önce geliştirilmiştir) ile koruma altına alındı. Yüzyıl sonra İngiltere'de buna eşdeğer bir birlik daha kuruldu.

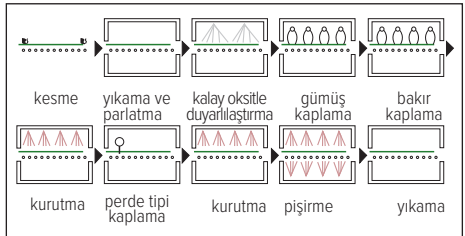
19. yüzyılın ortalarına kadar aynalar, cıvalı ince folyo kaplamaların üzerinde yer alan yüzdürme camı kullanılarak yapıldı. Daha sonra 1840'ta açık gümüşleme keşfedildi. Bu, kimyasal çökeltiliyi de içermekteydi. Tamamen temizlenerek dökülen çökelti ve gümüş nitrat yüksek kaliteli camlardır. Metalik gümüş birkaç dakika içinde camda birikir.

Metal üzerine yapılan kaplama türü pratikte ikiye ayrılır. Bunlar nikel gümüş kaplama ve mikron gümüş kaplamadır. Bu iki kaplama türünü karşılaştıracak olursak mikron kaplanan metaller nikel kaplanan metallere göre hem görünüş olarak daha parlaktır hem de dayanıklılık ya da kullanım süresi olarak daha kalitelidir. Metal eşyalara uygulanan mikron gümüş kaplamanın kalitesi metal eşyanın üzerine yapılan kaplama oranının miktarı ile ilgilidir.

Tipik modern bir gümüş kaplama otomatik olarak 100 m uzunluğa kadar ulaşabilir. Gümüşlemenin şiddeti ve kullanılan camların kalitesi yüksek olmalıdır ve mükemmel bir biçimde lekesiz yüzeylere sahip olunmalıdır.

11

11. Gümüşleme



Bu üretim aşığıdaki süreçleri kapsar:

- yıkama
- kalay oksit ile duyarlılaştırma
- gümüş kaplama
- bakır kaplama
- kurutma-boyama
- kurutma
- pişirme
- soğutma ve yıkama

Yıkama: Cam serbest düşüş ile daldırılır ve daha sonra temizleme işlemi için silindir üzerine alınır. Dairesel diskli beş adet salınımlı levha alt taraftan kırmızı parlatma tozu kullanılarak disk fırçaları ile üst yüzeyi temizlenir. Daha sonra cam tüm fazla kuvvetin kaldırılması için üç adet yıkayıcının altına çekilir.

Kalay ile duyarlılaştırma : Cam daha sonra kalay çözeltisi bir püskürtme aletinin altına alınır. Kalay camın yüzeyini hassaslaştırır ve camı bir sonraki gümüş şekli için hazırlar.

Gümüş kaplama : Bu cam kapanması olmadan gerçekleştirilir. Cam salınımlı tüplerin altındaki fıskiyelerin altına alınır. Dışarı gümüş nitrat ve aktivatör (amonyak) püskürtülür. Kimyasal karışımlar ve gümüş kimyasal bir reaksiyon ile çökeltir, camın yüzeyindeki kalay oksit çökeltisi aktif hale gelir. Fazla malzemeler yıkayıcıların altında yıkanarak çıkarılır.

Bakır kaplama : Bu, gümüşün havayla temas ederek lekelenmesinin ve siyaha dönmesini engellemek için gereklidir. Salınımlı püskürtgeçer bakır sülfatı ve amonyak karıştırır.

Kurutma : Kaplanmış cam daha sonra hava ile kurutulur.

Boyama : Sonraki aşama kaplamaların altını korumak için kurutulmuş boya kaplamalarına yapılan uygulamaları kapsar. Camın yüzeyindeki bakır kaplama üzerine neftyağı sürülür. Döner silindir üzerine alınarak üretim çizgileri boyanır. Çizgiler cama katman verilme suretiyle perdelenir.

Kurutma : Boyalı cam tekrar hava ile kurutulur.

Pişirme : Cam daha sonra fırına konur 120 C'ye kadar artan sıcaklıkta ısıtılır.

Soğutma ve yıkama : Cam son olarak soğutulur ve öncelikli olarak kesim veya depolamak için yıkanır.

Daldırmalı kaplama

Daldırmalı kaplama süreci, kaplanacak tabakanın(yüzeyin) sıvının içine daldırıldığı ve sıcaklık ve atmosfer koşullarının kontrol edildiği ortamda aynı hızla geri çekildiği bir süreçtir. Serbest titreşim ile çok az sarsıntılı hareketlerle yüzey kaplamaları daldırma süreçleri için yaygındır. Düz ve uniform kaplama kalınlığı, hız kontrolünün titizlikle yapılmasına ve olabildiği kadar düşük titreşimli kaplama yapılmasına ve de sıvı yüzeyine bağlıdır. Kaplama kalınlığı esas olarak daldırıp çıkarma hızı, katı içeriği (bileşimi) ve sıvı viskozitesi tarafından tayin edilir.

Kimyasal Buhar Çökeltisi

CVD, iç katmanı kimyasal buhar tepkimesiyle ince bir film tabakasıyla kaplayan biriktirme sürecidir. CVD reaksiyonları ısı, RF enerjisi (PECVD) ya da ışık (PHCVD) ile harekete geçirilebilir.

CVD süreci çoğunlukla düşük basınçta reaktör içine tanımlanan bir ya da daha fazla gazları içerir. Altlık yüzeyindeki gazların tepkimesi altlık yüzeyindeki filme şekil vermektedir. Akan gazların şekli durağan sınır tabakaya doğru ilk katman yüzeyine, sonra da difüzyona uğrayan gazlar yüzeye ulaşmaktadır. Yüzeyden emilen gazlar silisyum dioksit ile tepkimeye girerek havaya hidrojen verdikten sonra yüzeyden absorbe olur ve difüzyona uğrar.

İnce film kaplamaların sentezlenmesinde, toz malzeme üretiminde, fiber esaslı yapıların ve monolitik malzemelerin üretiminde kullanılan çok yönlü bir süreçtir. CVD ile metalik malzeme üretimi, metal olmayan malzemelerin üretimi - karbon, silisyum- ve özellikle de en basitinden ileri teknolojik olanlarına kadar sayısız bileşiğin üretimi mümkündür.

Özellikle özel bileşiklerin sentezlenebilmesi konusunda sağladığı esneklikler ve teknolojik üstünlükler ile karbür, borür, nitrür gibi özel seramiklerin oksit esaslı bileşiklerin, intermetalik bileşiklerin oluşturulması ile elektronik malzemelerin üretimi, yarı iletkenler ve magnetik malzemelerin üretiminde, aşınmaya dirençli yüzeylerin elde edilmesinde, optik malzemelerin üretimi, optoelektronik yüzeylerin sentezlenmesinde ve malzemelerin korozyon özelliklerinin geliştirilmesine yönelik süreçlerde yaygın olarak kullanılır.

peki nedir kimyasal buhar biriktirme yöntemi

en temel anlatımı ile gaz fazındaki bileşenlerin, vakum/argon atmosferi altında ısıtılmış bir yüzey üzerinde katı halde biriktirilmesidir.

Başlangıç bileşikleri, gerçekleşecek reaksiyonların kimyası ve kinetiği, stokiometrik hesaplamalar, termodinamik hesaplamalar ve sentezlenecek yapının kristal ve geometrik yapısının tespit edilmesi

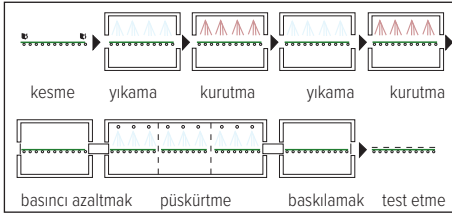
prosesle başlamadan önce mutlaka analiz edilmesi gereken önemli noktalaradır.

Çöktürülen tabakanın kalınlığı, genellikle 10 - 30 µm arasındadır. Kaplama sıcaklığı, yapılan kaplamanın türüne bağlıdır ve genellikle 900 ilâ 1100 °C arasındadır. İşlem süresi yapılan tabaka kalınlığına bağlı olarak, çoğu zaman 2 ilâ 4 saat arasında değişir.

Diğer cam ve cam ürünleri

Burada doğal, fakat bazı biçimler için pek de uygun olmayan, mimari ve ulaşım hizmetleri sunan düz cam sanayi ile cam sanayinin geri kalan kısmı anlatılmaktadır. Yani bir mimarın ya da yapı tasarımcısının uzman cam endüstrisi olarak tanımladığı ürünler tanıtılmıştır.

Bu endüstri uzman olarak anılmasına rağmen camın bazı özelliklerinden dolayı henüz tam anlamıyla ondan yararlanılmamaktadır. Camın bu özelliklerini onun farklı biçimlerindeki sertliği, dikkate değer ısı ve elektriksel özellikleri olarak sıralanabilir.



12. Püskürtme

Düz ve uzman arasındaki ayrım endüstrinin yapısından kaynaklanmıştır. Üretimleri piyasanın büyük bölümünü oluşturan şirketlerin örgütsel bölümleri ve endüstrinin doğal yapısı bu durumda etkili olmuştur. Cam çok yönlü bir malzemedir. Bölüm 1'de tartışıldığı üzere camın kimyası son derece değişkendir bu durum onun çok çeşitli özellikleri olmasına yol açar. Mimarlar ya da inşaat endüstrisi camın bükülmüş halini, tıpkı cam elyafında olduğu gibi, kullanarak sıradan bir problemi çözmeye çalışmışlardır.

Düz camda olduğu gibi bu tür ürünlerin üretilmesi önemli üretim tekniklerine, işlevsel gereksinimlerine ve kimyasına bağlıdır. Bazı önemli cam ürünlerini kısaca inceleyerek mevcut teknolojiyi anlamak mümkündür.

Cam Elyaf

Cam elyafı, dünyanın her yerinde kullanım amacına uygun nitelikteki alkali düşük "E" camının, 5-20 mikron çaplarında devamlı proses ile ince lifler halinde çekilmiş türüdür.

1940'lı yıllardan bu yana, değişik cam elyaf tipleri plastiklerin takviyesinde kullanılmaktadır.

Bu şekilde, kırılğan bir yapıya sahip olan plastiklerin çekme ve eğilme dayanımları, rijitlik ve darbe dayanımları gibi fiziksel özellikleri artırılabilir.

Cam elyafı başlangıçta sadece termoset yapıdaki plastiklerin takviyesinde kullanılırken, günümüzde termoplastiklerin de takviyesinde hızlı bir büyüme göstermektedir.

Kompozisyonlarına bağlı olarak, değişik cam elyafı cinsleri vardır. Bunlar içinde "E" camı elyafının en başta geldiği görülmektedir. Elektrik ve mekanik özellikleri ile maliyetinin iyi bir denge oluşturması sonucu, bu kalsiyum alüminosilikat bileşiminin, kullanılan toplam cam elyafı takviye malzemeleri içinde %90 pazar payına sahip olduğu görülmektedir.

"E-CR" camı, "E" camının modifiye edilmiş şekli olup, asitlere karşı dayanım sağlamak amacı ile kompozisyonunda bor içermemektedir. "E-CR" camı elyafı, genellikle kimyasal dayanım istenen tank ve boru imalatında kullanılmaktadır.

Yüksek mekanik dayanım aranan ürünler için kullanılan cam elyafı cinsleri Amerika'da "S" CAMI; Avrupa'da "R" camı olarak nitelenmektedir. Kompozitin mukavemetini ve rijitliğini arttıran bu cins cam elyafı havacılık, uzay ve askeri alanlarda, yüksek teknik performans gereksinimi nedeni ile kullanılmaktadır. Ayrıca, nakliye, spor ve dinlenme alanlarında da bazı ürünler için kullanıldığı görülmektedir.

Bunların dışında, mükemmel dielektrik özellikler taşıyan ve elektronik endüstrisinde sıkça kullanılan, "D" camı elyafı ve özellikle yüzey tüllerinde kullanılan kimyasal dayanımlı "C" camı elyafı da bulunmaktadır.

Cam elyafların kullanımı, matris malzemelere uyan cam tasarımları tarafından talep edilmektedir. Soda kireç camı (A camı) yüksek alkali bileşimine sahiptir ve bu özelliği soda kireç camını birçok uygulama için elverişsiz hale getirmektedir. Spesifik kullanımlar için geliştirilen camlar şunları içerir:

E camı: Göreceli olarak %8'den daha az potasyum ve düşük miktarlarda sodyum karışımı içeren alkali –serbest alüminyum borosilikat camlarını ifade eder. Bu durum yüksek yumuşama noktası ve su direnci özelliğini katar. Bunlar cam takviyeli plastiklerde ve cam takviyeli plasterlerde kullanılır.

AR camı: Çimento temelli malzemelerde kullanılan alkali dayanımlı bir camdır.

D camı: Dielektrik gibi spesifik özelliklere sahip bir camdır.

S camı: Yüksek oranlarda bor içeren alkali- kireç ürünleridir.

R camı: Mekanik özellikleri gereği tercih edilen bir cam türüdür.

M camı: Yüksek elastik modüllere sahip bir camdır.

Tüm bu cam elyaf ürünleri giydirmeye ve lifler reçine ve plastikle karıştırıldığı zaman yoğun katkı maddeli ile işlenmeden önce yağ ile korunmaya ihtiyaç duyarlar.

Cam takviyeli plastik

Cam takviyeli plastik (CTP), cam elyafı ile taşıyıcı bir matris reçinenin birleştirilmesi ile elde edilen kompozit bir malzemedir. Cam elyafı takviyeli plastik, ortam koşullarına dayanıklı, esnek ama yeterli mekanik dayanıma sahip olmayan plastik(ör: polyester reçine) ile yüksek mekanik dayanımlı cam elyafının bir araya getirilmesi ile elde edilen üstün nitelikli bir kompozit mühendislik malzemesidir. Kısa bir tanımlama ile kompozit kavramı, birkaç matrisin bir araya gelmesi,

- Her matrisin kendi fiziksel özelliklerinin avantajlarını taşıması
- Ortak matrisin, fiziksel özellik bileşkesini oluşturması olarak ifade edilebilir.

CTP malzemenin iki ana hammaddesi bulunmaktadır: Doymamış polyester reçine ve cam elyafı. CTP üretiminde en yaygın olarak kullanılan doymamış polyester reçineler, takviyeli plastikler içinde termoset alan reçinelerdir. El yatırması gibi basit kalıplama fiziksel özellik bileşkesini oluşturması olarak ifade edilebilir. Üretiminde en yaygın olarak kullanılan doymamış polyester reçineler, takviyeli plastikler içinde termoset gurubunda yer alan reçinelerdir. El yatırması gibi basit kalıplama tekniklerden en karmaşık makineleşmiş kalıplama tekniklerine kadar her tür kalıplama tekniğine hitap eder. Polyester reçineler, çok geniş bir kimyasal aileyi kapsar ve genel olarak dibazik asitlerle polihidrik alkollerin kondensasyon reaksiyonu sonucunda elde edilirler.

Matrislerde kullanılan kavramlar ve içerdeki malzemeler aşağıda tanımlanmıştır:

- polipropilen; cam elyaf esnek, metal yorulmasına dayanıklı, filmler, tabakalar, rotlar ve kaplanmış eşyalar için uygun malzeme üretir.
- Poliamitler (nylon) ; cam elyaf

Optik cam

Optik cam ve gözlük camı yapımı, büyük ölçüde öteki camların yapımına benzer. Ancak önemli bir ayrıcalığı vardır; camın hiç bir şekil, renk ya da akım çizgisi değiştirmesi göstermeden sürekli olarak homojen kalması gerekir. Kimyasal içerik ya da ısıl işlemdeki küçük farklılıklar, optik özelliklerde büyük değişikliklere yol açar. Adi cam-da rengi gidermek için, genellikle, demir oksit bulunur.

Optik camın yapımında kullanılan kum, daha safır ve karışım kal-siyum, sodyum, potasyum, baryum ya da magnezyumun çeşitli oksit-lerinin eklenmesiyle uygun biçimde düzenlenir. Karışım önce eritilir, sonra cam sıcaklığının artırılmasıyla yeniden ateşlenir. Soğutularak ve bir karıştırıcıdan geçirilerek homojen olması sağlanır.

Camın optik özellikleri kritik erime, arıtma ve karıştırma sıcaklıklarıyla korunur; ama kırılma indisinin (ışığı saptırma gücünün) belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı için, soğuma hızı daha fazla önem taşır. Soğumakta olan cam: besleme ağızından aşağı doğru ağır ağır akar ve daha sonraki işlemler için küreciklere bölünür ya da levha ve dilim biçimine sokulur. Kürecikler mercek kalıplarında kalıplanır ve tavlama fırınına yolları.

Yüksek derecede homojenliğe ve özel bileşime sahip camlar, optik camları oluştururlar ve bunlar, önceden kararlaştırılmış belirli bazı özellikler gösterirler. Optik karakteristikleri, bilimsel cihazlarda kullanılacak kadar iyi düzenlenmiştir. Gözlük camları ve normal ayna camları bu gruba girmezler. Optik camlar şu özelliklere iyi bir şekilde uymak zorunluluğundadır:

1. Farklı dalga boylarındaki camların kırılma indeksleri.

Genel olarak malzemelerin kırılma indeksi sarı sütün ile gösterilmiştir. Sarı sütün sodyum D çizgisi anlamına gelir. Tablodaki şekiller hava ve suyun değerleriyle karşılaştırılmıştır. 0 C'de hava 101.325 Pa. 0 C'de su 1.333

1	renk	dalga boyu nm	yüksek dağılımda kırılma noktası tepe noktası	Heavy feint
	mor ötesi	361	1.546	1.705
	mor	434	1.533	1.675
	mavi	486	1.527	1.664
	sarı	589	1.52	1.650
	kırmızı	656	1.517	1.644
	kızıl ötesi	768	1.514	1.638
	Infra-red	1200	1.507	1.628

1. Bileşimleri, istenilen optik özellikleri gerçekleştirecek şekilde olmalıdır.
2. Parti, yeterli derecede düşük viskozitede cam üretebilmelidir.
3. Cam, uzun bir süre tavlansa bile, camsı karakterini kaybetmemelidir.
4. Renk giderici madde kullanılmaksızın, mümkün olduğu kadar rensiz bir ürün vermelidir.
5. Kabarcıksız ve çukursuz olmalıdır.
6. İklim koşullarına dayanabilmeli ve her iki iklim koşulunda uzun bir süre kullanılabilmelidir.

Optik camların eritilmesinde, tekrar tekrar kullanılabilen platin potarlardan yararlanılır. Bunlar çok az aşınırlar ve kirletmeye neden olurlar veya hiç aşınmaz veya kirletmezler. Bazen % 90 a varan bir verimle, birinci sınıf optik camlar verirler. Optik camların sürekli eritilmesi için Corning Glass Works kuruluşu ufak kapasitede platin astarlı tanklar da kullanılmaktadır. Aslında bu prosesinde her parti, T şekilli ve sıvı cam içerisine daldırılmış elektrotlar tarafından ısıtılarak erilmektedir. Berrak bir durum aldıktan ve karıştırıldıktan sonra, optik ve gözlük camı olarak şekillendirilmek için, parti, hazırlanır.

Fiber optik

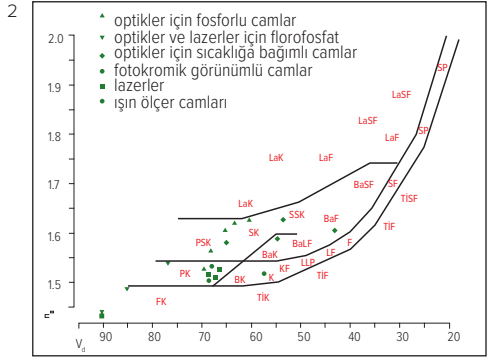
Fiber optik, kendi boyunca içinden ışığın yönlendirebildiği plastik veya cam fiberlerden oluşmuş bir optik fiberdir. Optik fiberler diğer iletişim malzemelerine oranla uzun mesafelerdeki veri iletişiminin daha hızlı ve yüksek değerlerde yapılabilmesine olanak verdikleri için fiber optik haberleşme sistemlerinde çok sıklıkla kullanılmaktadırlar. Metal kablolar yerine fiber kabloların kullanılmasının nedeni, daha az kayba neden olmaları ve elektromanyetik etkileşimden etkilenmemeleridir. Optik fiberler aynı zamanda birçok alıcı ve benzeri uygulamaların yapımında oldukça sık olarak kullanılmaktadırlar.

Işık, iç yansımalar aracılığıyla optik fiberin merkezinde tutulmaktadır. Bu sayede fiber bir dalga kılavuzu gibi hareket etmektedir. Çoklu yayınma hatlarını ya da çapraz modları destekleyen fiberlere çok modlu fiberler denilir. Sadece tek bir modu destekleyen fiberlere ise tek modlu fiberler denilmektedir.

Çok modlu fiberler genellikle geniş çaplı bir merkeze sahiptir ve daha çok gücün iletilmesinin gerekli olduğu kısa mesafeli iletişim hatlarında kullanılırlar. Tek modlu fiberler ise 200 metrenin üzerindeki iletişim hatlarında kullanılmaktadırlar.

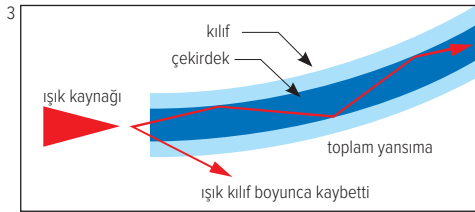
2. Optik camların gelişimi

Bu tablo, paletlerin genişmesini ifade eden ve Schott tarafından üretilen optik camların tasvirini göstermektedir.



3. Optik fiberlerin ışığıyla ilgili bir pasajdır.

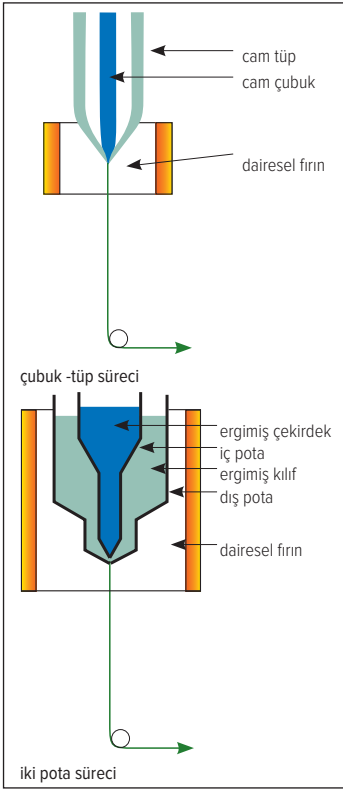
Fiber çekirdeği oldukça yüksek bir kırılma indeksine sahipken, buna karşılık cam kılıfı daha düşük kırılma indeksine sahiptir. Kenar kısmındaki tüm ışık çarpanları kritik açıdan çok daha az miktarda yansır ve çekirdeğin aşağısına doğru çok az bir ışık kaybıyla geçiş yapar.



Fiber optik kabloları birbirine eklemek elektrik tellerini ya da kablolarını eklemekten çok daha karmaşık bir işlemdir. Fiberlerin birleştirilecek uçları dikkatlice yarılmalı ve mekanik olarak ya da elektrik arkı ile eritilerek birleştirilmelidir. Ayrıca daha sonra ayrılabilen şekilde tasarlanmış özel konnektörlerde mevcuttur.

İnsanın saç teli kalınlığında ve çok hassas üretilmiş saf bir cam ip üzerinden ışığın iletilmesi prensibiyle çalışan bir sistemdir. Bu şekilde üretilmiş kabloların tercih edilmesinin en büyük sebebi, çevresel şartların ağır olduğu; nemli, rutubetli, elektriksel alan parazitlerinin yoğun olduğu yerlerden etkilenmemesi ve her zaman sabit bir bağlantı sunmasıdır.

Fiber optik kablolar, iletimi ışık hızıyla yani saniyede 300 bin km'lik hızla gerçekleştirirler. Bu yönleri sebebiyle uzak mesafelere veri aktarımı için tasarlanılmışlardır.



4. Optik fiberlerin üretimi.

Çubuk tüp sürecinde bir çubuğun yüksek kırılma indeksi, daha düşük kırılma indesine sahip cam tüpün içine yerleştirilir ve ikisi birlikte ısıtılır fiberin içine çekilir. Bu iki pota sürecinde erime, çekilmeden çok daha önce gerçekleşir.

Fiber optik bir kablonun kesitine bakıldığında iç kısımları şunlardır:

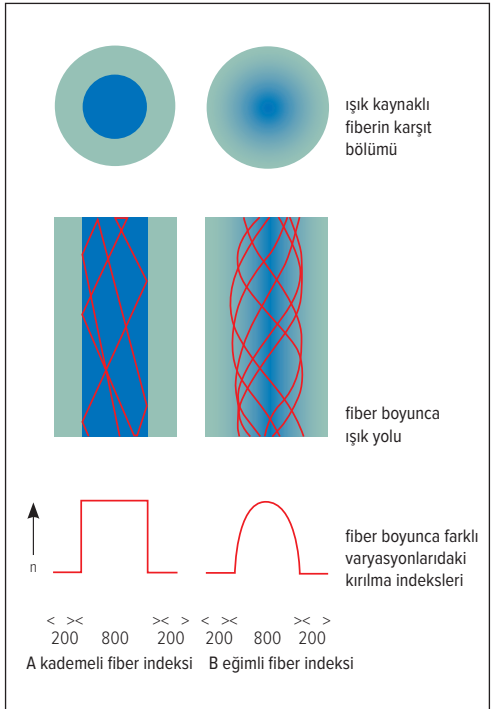
Merkez: Işığın hareket ettiği ince cam tabaka

Cam Örtü: Merkezin dışını saran optik malzemeden üretilmiş, merkezdten yansıyan ışığı tekrar merkeze geri gönderen kısım

5

5. Kademeli ve eğimli fiber indekslerine ait kırılma indeksi profilleri verilmiştir.

Solda yer alan kademeli indeks fiber, camın basit şekillerinde güvenle kullanılır. Eğimli indeks fiber çekirdeğin dışındaki merkezden yansıyarak aşamalı olarak kırılma indeksini azaltır. Eğimli fiber indeks, en uzak noktaya en hızlı şekilde ulaşabilen ışığı sağlamaktadır.



Kılıf: Kabloyu darbelere ve neme karşı koruyan dış katman

Yüzlerce hatta binlerce optik fiberden oluşan bu kablolar, merkez çaplarına, yapıldıkları malzemeye ve ışığın kırılma şekline göre ikiye ayrılırlar.

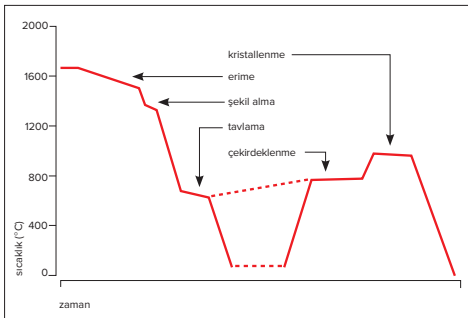
1. Tekil Modlu Fiberler: Yaklaşık 9 mikronluk çapa sahip olan ince merkezli kablolardır ve 1300 ile 1550 nanometre arasında dalga boyu değerine sahip kızılötesi lazer ışığını iletirler. Bu kablo tipi genellikle veri kaybının daha az olması istenen yerlerde kullanılır.

2. Çoğul Modlu Fiberler: Yaklaşık 62.5 mikronluk çapa sahip olanlardır ve 850 ile 1300 nanometre arasında dalga boyu değerine sahip kızılötesi lazer ışığını iletirler. Üretim maliyeti daha uygun olduğundan en çok kullanılan kablo türüdür. Kayıp miktarı tekil modlu kablolarla göre daha fazladır.

Bazı fiber kablolar ise plastikten üretilmiştir ve 1mm'ye varan merkeze sahiptirler. Bu kablolar 650 nanometre dalga boyuna sahip görülebilir kırmızı ışığı iletirler.

Lazerden gönderilen ışın demeti ilk başta doğrusal bir yol izler. İlk başta ışık sinyali 1 ve 2 olarak çıkan alt – üst sınır ışınları şekilde görüldüğü gibi kablunun kıvrıldığı noktalarda; ışık cam örtüye çarpıp geri yansır bu şekilde yansıya yansıya merkezdeki yoluna yavaşlayarak ve bir miktar kayba uğrayarak da olsa devam ederler. Bu nedenledir ki, fiber kabloların fazla kıvrım yapmadan genellikle düz bir yol izlemesi, veri iletim hızı ve kalitesi açısından önemlidir. Cam örtü tabakası ışığı kesinlikle absorbe etmez ve neredeyse tam olarak yansır bu da bilginin kayıpsız şekilde ulaşması için çok önemli bir noktadır.

Fiber optik kablolar kullanım yeri ve şartlarına bağlı olarak çelik zırh ya da jel tabakası gibi başka koruyucu ve esneklik kazandırıcı kısımlar da ilave edilebilmektedir. Kablonun üzerine yerleştirilen bu koruyucu tabaka aynı zamanda kemirgenlerin ısırıklarına engel olmak için özel kimyasal maddeler içerir. Bu maddeler kemirgenlerin kabloyu ısırıklarında tiksinererek kabloyu koparmalarına engel olur.



6

6. Cam seramiğindeki çekirdeklenme.

Grafik üretimde gerekli olan ısı kontrolünü göstermektedir.

Cam Seramikler

Cam-seramikler; özel bileşimlere sahip camların kontrollü kristalizasyonu ile üretilen, camlardan çok daha yüksek mekanik mukavemete ve darbe direncine, daha yüksek refrakterlik özelliğine ve daha düşük ısı genleşme katsayısına sahip olabilen çok kristalli malzemelerdir.

Genel olarak seramik malzemeler metallere oranla yüksek sıcaklıklarda kimyasal etkilere ve aşınmaya karşı daha dayanıklı ve kullanım yerine göre metal parçalardan daha düşük yoğunluğa sahiptir. Bu avantajlarına karşın geleneksel seramik malzemelerin tokluk ve sürekliliklerinin düşük olması kullanım amaç ve alanlarını sınırlamaktadır. Bu durumu düzeltmek için, seramik malzemelerde mikro yapının geliştirilmesi ile mekanik özelliklerin iyileştirilmesi yoluna gidilmektedir. Mekanik özellikleri iyileştirilmiş ve endüstriyel uygulamada metallerin yerine kullanılmaya yönelik ileri teknoloji seramikleri içerisinde en önemli grup cam-seramik malzemelerdir. Kullanılacağı yerin hizmet şartlarına göre geliştirilen cam-seramikler çoğunlukla saf malzemelerin karıştırılmasıyla üretilmekle beraber, doğal kayalar (bazalt) ve metalürjik atıklardan da üretilmektedir.

Camlarda kristallenme ile ilgili ilk bilgiler Fransız kimyacı Reamur tarafından 1739 yılında yapılan bazı deneylere dayansa da, cam-seramiklerin tanımlanabilir ve tekrarlanabilir özelliklere sahip olarak ticari bir ürün şeklinde üretilmeleri bu çalışmalardan yaklaşık 200 yıl sonra A.B.D.'nde Corning Glass Works'da yapılan araştırmalar sonucu olmuştur. Camdan cam-seramik malzemeye dönüşümü sağlayan kristalizasyon, cam içerisinde kristal fazların çekirdeklenme ve büyümelerini sağlayan uygun ve dikkatli bir ısı işlem programı ile elde edilir. Bu küçük kristallerin yanı sıra ısı işlem koşullarına ve camın bileşimine bağlı olarak artık kalan kalıntı cam fazlar da bulunmaktadır. İç yapıları cam malzemeden kristallenme sonucu oluştuğundan cam-seramik olarak isimlendirilirler. Ana cam içinde çökelen kristallerin boyutlarının küçük olması bu tür malzemelerin tokluk, darbe dayanımı, aşınma gibi mekanik özelliklerini iyileştiren en önemli etkidir. İstenilen büyüklüklerde ve düzenlerde kristal oluşumunu sağlamak için 1 cm³ hacimde yaklaşık 10¹²-10¹⁵ çekirdek oluşumu gerekmektedir. Bu yoğunlukta ve çoklukta çekirdek sıklığı elde etmek için camın ergitilmesi ve şekillendirilmesi süreci sırasında çeşitli katkıları (çekirdeklendiriciler) kullanılır. En önemlileri TiO₂, Cr₂O₃, ZrO₂ ve P₂O₅ oksitleri ile platin grubu metalleri, diğer asil metaller ve floritler olan bu katkıları; çekirdeklenme merkezleri göstererek camın kristalizasyon sırasında bir veya daha fazla sayıda kristal fazın çökmesi sağlanır. Bu büyümenin morfolojisi çeşitli biçimlerde olabilir. Geleneksel cam şekillendirme yönetmele-

ri ile üretilen cam-seramik malzemelerde amaç, kullanılan çekirdek-
lendiriciler ile ısı işlem sıcaklık ve süresinin optimize edilerek, amorf
olarak üretilmiş camın mikro yapısında ince taneli ve düzenli dağılı-
mış kristallerin elde edilmesidir.

Silikajel

Yüksek kapasiteli sentetik absorbanlardandır. Kuru ortam isteni-
len her noktada kullanılan rutubeti yüksek verimlilikle bünyesinde
tutan malzemelerdir.

Mikroskobik olarak incelendiğinde, mikro düzeyde gözenekler-
den (porlar) ve kılcak bir ağı sisteminden oluşmaktadır. Bu özelliği-
ne bağlı olarak yüksek yüzey alanına sahip granül formundaki insert
malzemelerdir. Fiziksel absorpsiyon yöntemi ile rutubeti ve por yapı-
sından girebilecek molekül çapına sahip gaz moleküllerini kendine
çeker ve mikro gözeneklerde yoğunlaştırarak tutar.

Bu madde günlük hayatta ilaçların yanına konularak nemini alır
ve böylece bozulmasını engeller, aynı zamanda çoğu bitkisel bazlı
sanayi ürünü ve gıda bu şekilde korunur. Deri ve canlı bazlı eşyalar
da bu şekilde çürümeye karşı korunur. Bu madde konulduğu ortam-
daki nemi çekerek renk değiştirir.

Aerojel içerisindeki sıvı bileşeni hava ile değiştirilmiş olan silikon
tabanlı katı maddelerdir.

Aerojel ilk defa Stefan Kistler tarafından 1931 yılında Charles Le-
arned ile tutuştuğu iddia sonucu meydana getirilmiştir. İlk oluşturul-
an aerojel, silika jel idi. Karbon aerojeller ilk kez 1990'lı yılların baş-
larında oluşturuldu. Aerojeller son yıllarda çok önem kazanmış ve
birçok alanda kullanıma girmiştir.

Aerojellerin milyonlarca ufak delikten oluşan yüzeyi, süngeri an-
dırır. %99,8'i havadan oluşmaktadır ve çok iyi yalıtıcıdır. En gelişi-
miş fibreglas yalıtım malzemesinden 39 kat daha fazla yalıtım ka-
biliyetine sahiptir. Çok dayanıklı bir yapısı vardır. Duman gibi görün-
tü verdikleri için "Donmuş duman" veya "mavi duman" diye de ad-
landırılırlar.

Aerojeller, bir başka silika (kum) esaslı madde olan camla kıyas-
landığında 1000 kat daha az yoğunluğa ve delikli bir yapıya sahip-
tir. Büyüklüğü milimetrenin milyarda biri kadar olan delikler, bir ağı
gibi malzemenin içini kuşatır. Deliklerin etrafı başka bir malzeme ile
kaplıdır.

Aerojel, bilinen köpüklerden ve diğer yalıtım maddelerinden çok
daha üstün özelliklere sahiptir. Öyle ki, oksijen kaynağıyla doğrudan
verilen ateşi bile yalıtılabilmektedir.

7. silika aerojel yalıtımı

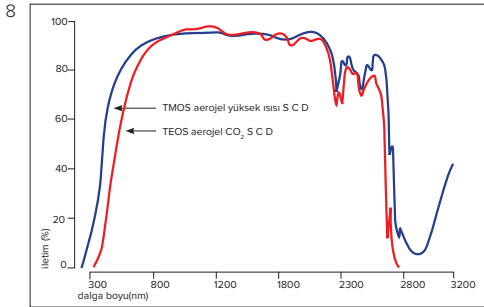
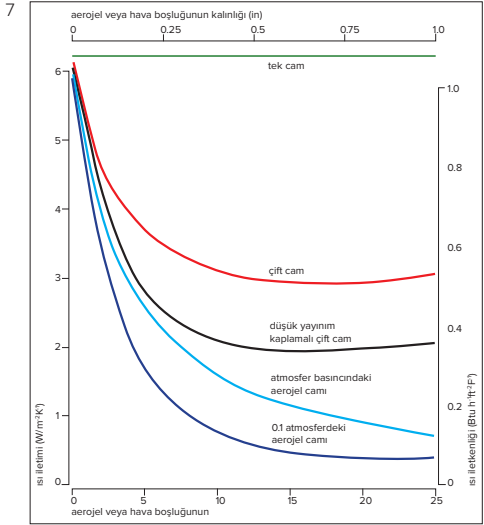
Bu eğriler, olağan aerojel kalınlığına sahip sırlamalarında veya farklı hava boşluklarında sağlanan ısı iletkenliğini göstermektedir. Düşük yayımlı sistemler mevcuttaki en verimli sistemler olarak gösterilmemektedir. Değerlerinin $1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'den daha düşük olduğu iddia edilmektedir. Diğer taraftan bu rakamlar silika aerojel kavite sırlamalarındaki değerler için daha yüksektir. 0.1 atmosfer boşluğu ile U değeri $0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'den daha aşağı düşer.

8. silika aerojellerin iletimi.

Bu eğriler, silika aerojellerin yarı küresel iletim özelliklerini göstermektedir. Silika aerojellerin genel optik özellikleri her iki cam içinde benzerdir fakat kırılma indeksi daha düşüktür. 1.03 ile 1.1 arasında yer alır.

En gelişmiş fiber-glass yalıtım malzemesinden 39 kat daha fazla yalıtım kabiliyetine sahiptir.

Aerojeller, bir başka silika (kum) esaslı madde olan camla kıyaslandığında 1000 kat daha az yoğunluğa ve delikli bir yapıya sahip



tir. Büyüklüğü milimetrenin milyarda biri kadar olan delikler, bir ağ gibi malzemenin içini kuşatır ve deliklerin etrafı da başka bir malzeme ile kaplıdır.

Uzayda dolaşan toz zerrecelerini yakalayabilmek amacıyla gönderilecek olan spacedust (uzay tozu) Gemisi'ne aerojelden oluşan bir panel eklendi. Uzayda yüksek hızla dolaşan toz zerreceleri, bu panel sayesinde hiçbir hasara uğramadan dünyaya getirilebilecek.

Aerojel, bilinen köpüklerden ve diğer yalıtım maddelerinden çok daha üstün özelliklere sahiptir. Öyle ki, oksijen kaynağıyla direkt verilen ateşi bile yalıtılabilmektedir. Aerojellerin kinetik enerjisi emen yapısı, bu maddenin, önümüzdeki yıllarda güvenlik ve yalıtım alanlarında kullanılacağına dair güçlü sinyaller vermektedir. Geleceğin arabalarında, kazaların etkilerini önleyici aerojelleri görmek şaşırtıcı olmayacaktır. Yakın bir gelecekte, diz üstü bilgisayarlar ya da elektronik uçak kontrol mekanizmaları gibi değerli malzemelerin yapımında aerojeller önemli yer tutacaktır.

1 metre kavanozu yaklaşık 300 gr tartıyor. %99,7'si hava kalanı silica esaslı malzemeden oluşuyor.(alüminyum, krom esaslı olanları da üretildi.) Yapısı o kadar boşluklu ki ışığı geçiriyor, yani şeffaf. Bu yüzden de donmuş duman lakabını hak ediyor. İçerisine hapsettiği hava yüzünden bilinen en iyi yalıtım malzemesi olarak da geçiyor. Fiberglastan 39 kat daha yüksek bir ısı dirence sahip. Bir başka artısı da doğa dostu olması. Parçalandığında arkasında sadece kum kalıyor.

Boşluklu yapısı nedeniyle kinetik enerjisi de oldukça iyi emiyor. Tabi bizi ilgilendiren en önemli özelliği yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesidir. Basınç altında bile yalıtım özelliğini koruyabiliyor.

Gümüş Sofra Malzemeleri

Gümüş sofra malzemeleri üretilen birçok camın nedenini izah etmektedir. Tasarım kitaplarında her ne kadar bu konunun gereksiz olduğu vurgulansa da tabi ki bu malzemelerin kimyasal özellikleri camın üretim ve performans ı hakkında bize küçük fakat önemli dersler vermektedir. Gümüş malzemelerin en belirgin ailesini şişeler, kavanozlar, züccaciye, boru biçimindeki ürünler ve inşaat sanayide kullanılan asmolon bloklar oluşturur. Camlar konteynırların yapımı için oldukça uygundur. Bunlar kokusuz, hijyenik temizlenmesi kolay kimyası ve fiziki stabil ve tamamıyla saydam olabilen ürünlerdir. Camların konteynır olarak kullanımı binlerce yıl öncesinde kaldı, fakat yirminci yüzyılın başlarında otomatik tekniklerin geliştirilmesi ile şişe sanayi oldukça gelişti ve önemli bir konuma geldi. Şimdi, farklı şekillerde olan konteynırlar ve çok çeşitli saydam renkli ürünlere kolaylıkla ulaşabiliyoruz.

9. Şişe yapımında emme - üfleme metodu

Bu tipik bir konteynır yapmanın 8 adet basamağını içerir:

A: Parison erimiş cam içerisinde indirilir.

B: Kalıp kaldırılır ve onun karşısındaki alt kenara oturtulur.

C: Kalıbın tepe noktasına hava desteği sağlanır.

D: İlk üfleme ile yeniden süreci boyunca camın içerisinde bir boşluk yaratılır.

E: Cam son işleme kalıbına konulur.

F: Son üfleme ile bitirilmiş ürün elde edilir.

G: Cam ve kalıp soğutulur.

H: Bitirilmiş şişe kaldırılır.

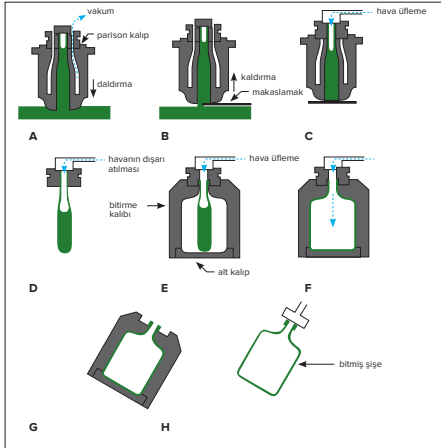
Gümüş ürünlerin birçoğu soda kireç camında kullanılmaktadır, fakat konteynırların gerektirdikleri genellikle inşaatlarda kullanılan ve ürünlerin ince varyasyonlarını keşfetmeyi gerektirmiştir. Bu sebeple özensiz taşımaları önlemek ve etkin bir temizlemeyi sağlamak için optik saf ürünler tercih edilmiştir.

Konteynırlar

On dokuzuncu yüzyılın sonlarına kadar tüm konteynırların üretimi elde üfleme yöntemiyle yapılmaktaydı ve bu yöntem hala önemli bir teknik olarak kullanılmaktadır. 1903'te Michael Owens tarafından icat edilen Owen makinesi ilk otomatik mekanik üretim mümkün hale getirdi. Şişe yapıcılar sertlik ve renklendirmeye ilişkili olarak teknikler öğrendi, onların genellik ve görülebilir sıradanlığını muhafaza etmek amacıyla çok daha dikkatli bir biçimde çeşitlendirdiler. Konteynırların birçoğu renksizdir fakat demir karışımlarının neden olduğu açık yeşil renk, selenyum ve kobalt oksit karışımının eklenmesiyle ortadan kaldırılır. Renkli camların genellikle binalarda kullanımı daha uygundur ve tipik eklenmiş malzemeler aşağıdaki renkleri oluşturur:

- kahverengi demir sülfat
- kehribar rengi karbon, sülfat, demir, veya mangan oksit
- mavi kobalt veya bakır oksit
- yeşil mangan veya klorür oksit
- yakut rengi selenyum veya kadmiyum sülfat

9



Mimari camlar %0,5'den daha az oranlarda renkli katkı maderlerinden oluşur. En yaygın renkler yeşil ve kahverengidir. Yeşil, mor ötesi ışınları iletir fakat kahverengi tüm morötesileri soğurur ve morötesi ışınların korunmasının gerekli olduğu yerlerde kahverengi kullanılır. Kavanozlar genellikle renkli camlardan ziyade saydam olanlardan üretilir, bu şekilde içeriklerine daha saydam bir görüntü verilir.

Kimyasal saldırılara karşı temizlenmesi ve sterilizasyonu için camın dayanıklılığı ve esnekliği oldukça işe yarar özelliklerdir; fakat konteynır sanayisi yine de bu özellikleri geliştirmek amacıyla yeni teknikler geliştirmek zorunda kaldı. Sülfür dioksit ile camın tavllanması camın sodyum ile tavlmasının önüne geçti. İlk şekillendirme sürecinde camın yüzeyine titanyum veya kalay oksit püskürtülerek cama oldukça sert ve parlak bir görünüm verilir.

Cam züccaciye

Züccaciye genellikle benzer olarak pencere camı için kullanılan soda kireç camı gibi kullanılır fakat yüksek kalitedeki cam eşyalar için kurşun çok daha önemlidir. Kurşunun binalarda daha sık kullanımının nedeni, radyasyon ekranı gibi görev yapmasıdır; fakat camdaki kurşun kırılma indeksini düşürmektedir. Yüksek kalitedeki kurşun camlar 1.7 veya daha yüksek kırılma indeksine sahiptir. Kurşunlu kristaller ise kırılma indeksinde çok küçük bir artışla, yüksek derecede parlaklık getirir. Sodalı kireç için 1.54'ten 1.56'ya kadar yükselir.

Baskılı cam eşyalar

Bunlar genellikle ısı işlem görmüş borosilikat camlardan yapılır. Borosilikat camların özel görevi arka sayfalarda açıklanmıştır. Borosilikat camları ile ilgili olarak binalarda kullanılmaya başlandığından çok daha önce tanıştık. Mutfak eşyaları performans açısından talep edilmelerine rağmen 250 C'de sıcaklıktaki fırında 20 Cdeki suda bozulurlar. Sadece seramik camlı olanlar ısı şoklara dirençli olanlar pişirme kapları olarak kullanılırlar.

Cam Tuğlalar

Cam tuğlalar, apartman ve merdiven boşluklarının camlamalarında, balkon korkuluklarında, banyo, mutfak v.b. iç mekânlarda, ayırıcı duvarlarda, ışıklıklar ve bodrum pencerelerinde kullanılabilen rapsiz bir malzemedir.

Geleneksel cam tuğla uygulamaları, bir ölçü çimento, üç ölçü kum ve su ile hazırlanan harçla gerçekleştirilir. Cam tuğla duvarın örülmesi sırasında derzlere düşey ve yatayda 6 mm'lik yüksek dayanımlı, nervürlü ve galvanizli çelik donatılar yerleştirilir. Tuğlalar arandıkları mesafelerin eşitliği "plastik derz ayırıcılar" ile sağlanır. Fuga dolgusu bir ölçü beyaz çimento, üç ölçü ince kum hesabı ile hazırlanan harçla yapılır.

10. Elektro teknoloji ve lamba üretiminde kullanılan özel camlar.

Bu tablo teknolojilerde kullanılan çok değişik cam çeşitlerini ve onların özelliklerini göstermektedir. Bu camların bazılarının ısı özellikleri mevcut cam kimyasının mümkün olabilirlüğünü gösterir.

Cam Numarası	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Üretici	Osram	Corning	Schott	Schott	Schott	Schott	Osram	Schott	Osram	Corning
Kod Numarası	452 (ergimiş Silica)	7913 (Vycor)	8487	8409	2877	8250	125	8531	713	7251
Dönüşüm sıcaklığı (°C)	-1100	~1050	523	730	565	495	435	435	530	543
Termal Gönleşme Katsayısı(10 ⁻⁶ /K)	0.54	0.75	4.0	4.1	4.9	5.0	9.8	9.1	4.4	3.7
Yoğunluk (g/cm ³)	2.21	2.18	2.25	2.56	2.4	2.28	2.86	4.38	2.27	2.26
Elastik Modülü E (10 ⁸ N/mm ²)	66	68	64	90	75	64	-	52	59	65
Birleşim (Ağırlık %) SiO ₂	99.9	96	75.1	52.3	75.6	68.7	61.4	34.3	72.9	78
Al ₂ O ₃	0.005	<0.3	1.3	21.8	4.5	3.0	2.0	-	4.5	2
B ₂ O ₃	-	<3.5	16.7	1.8	8.8	18.6	-	-	14.5	15
Na ₂ O	<0.001	<0.03	4.3	0.3	6.6	0.8	6.7	-	3.5	6
K ₂ O	<0.001	-	1.4	0.1	-	7.5	7.7	5.6	2.1	-
MgO	-	-	0.4	7.2	-	Li ₂ O: 0.6	-	-	-	-
CaC	<0.001	-	0.7	7.2	0.3	-	-	-	-	-
BaO	-	-	-	1.9	3.9	-	-	-	1.2	-
P ₂ O ₅	-	-	-	7.0	-	ZnO: 0.6	-	-	-	-
PbO	-	-	-	-	-	-	21.7	59.6	-	-

Lamba camı

Elektrikle ısındığı zaman ışık veren filaman telli ve camla çevrili lamba. Akkor ve florsan lamba iki önemli ışık kaynağıdır. Günümüzde kullanılan akkor lamba tungsten filamanlı olup, elektrik akımıyla 2600°C'ye kadar ısınır. Tungsten filaman 3382°C gibi çok yüksek bir erime noktasına sahip olduğu için, saatlerce erimeden ve kırılmadan ışık vermeye devam eder. Filamanın bulunduğu cam kısmın içi boşaltılmış ve azot-argon karışımı bir gaz doldurulmuştur. Bu karışım filamanla kimyasal reaksiyona girmez ve basıncı ile lamba ışık verirken filamanın buharlaşmasını önler. Buharlaşmanın meydana gelmesi lambanın iç kısmının siyahlanmasına ve muhtemelen lambanın ömrünün sona ermesine sebep olur. Akkor lambaların ortalama ömrü 1000 saattir.

Işının elde etme biçimi ısı ışına olan flüoresan lambalarda, ışık üretimi iki aşamada ortaya çıkar. Birinci aşama, alçak basınçlı civa buharı ortamında lambanın iç yüzeyine flüoresan madde sürülerek elektrik akımı geçirilmesi ile gerçekleştirilen 'elektrik deşarj' olayı ile ışının oluşturulmasıdır. Flüoresan lambaların verimi temelde lamba gücü arttıkça artmaktadır. Ancak, aynı güçteki lambalar ele alındığında, verim dönüşümü doğrudan doğruya flüorışıl tozun yapısına bağlı olmaktadır.

Işık kaynaklarının enerji tasarruflu üretilmesi doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda tüp şeklindeki flüoresan lambalarda da büyük gelişmeler gerçekleştirilmiştir. 38 mm çaplı 20 W, 40 W, 65 W'lık lambalar yerine, 26 mm çaplı sırasıyla 18 W, 36 W ve 58 W'lık flüoresan lambalar kullanıma sunulmuştur. Lambaların çapları küçültülüp ışık akıları artırılmış, çok değişik renk sıcaklığı ve renk ayırımı özellikli lambalar üretilmeye başlanmıştır. Küçük çaplı lambalar daha ekonomiktir.

Verimli lamba fiyatlarında oldukça fiyat farkı görülmektedir. Fakat toplam maliyetleri göz önüne aldığımızda kompakt flüoresan lambaların kullanım ömrü süresince maliyetinin daha az olduğunu görmektedir. İki faktör bunu doğrulamaktadır; bunlardan birincisi kullanım ömrünün akkor lambaya göre 8 kat uzun olması, ikincisi ise, akkor lambanın % 20'si kadar enerji kullanmalarıdır.

Yüksek elektrik yükü taşımak zorunda olan veya oldukça sıcak olan lambalar, borosilikat camlardan yapılmaktadır. Projeksiyon lambalarında soda kireç camlarının veya borosilikat camlarının ulaşabilecekleri dönüşüm sıcaklıkları aşılır (tipik olarak sırasıyla 545 C ve 565 C) ve cam için dönüşüm sıcaklığı 700 C'dir. Küçük halojen akkor lambaları (yüksek sıcaklıklardan dolayı küçük olmalıdırlar ve yuvarlak halojen sürecinde küçük olanları kullanılır) ergimiş silis camının

1. Plastiklerin moleküler yapısı.

Yandaki diyagram ısıtma işlemiyle oluşan kimyasal malzeme yapısını tarif etmektedir. Monomer (M) uzun zincirleri oluşturan benzer monomerlerin katılmasıyla oluşan kimyasal malzeme yapısını tarif etmektedir. Aynı zincirde çok farklı monomerler yer alabilir. Aşağıdaki diyagram ısıtma işlemiyle meydana gelen çapraz bağı göstermektedir.

Kimyasal saldırılar oldukça güçlü olan zincirlerin arasındaki oluşumu engeller ve moleküler yapıyı oldukça sıkı tutar. Çapraz bağlar külden sonra moleküler zincirlerin hareket etmesini engeller. İlk külden yapı değiştirilemez

ihtiyaç duyduğu yüksek sıcaklıklarda işlenir. Flüoresan camlardaki ışıklandırmaya benzer olarak bir ışıklandırma yaratan yüksek basınçlı cıva buharlı lambalarda ergimiş silis kullanılması zorunludur çünkü yüksek basınçlı boşalmalı lambalar 100 ile 1200 C'ye kadar ulaşabilirler. Sodyum boşalmalı lambalar özel olarak düşük silika baryum borat camlarını kullanır.

Şeffaf Plastikler

Camın ve şeffaflığın tarihçesi yakın olarak birbiriyle ilişkilidir ve cam insanoğlunun özel çaba gerektirmeksizin alternatiflerini geliştirebildiği ve istenilen performansa rahatlıkla ulaşmakta çok iyi olan bir üründür. Diğer taraftan 20 yüzyılın başlarında plastik sanayi gelişmeye başlayınca yeni iletken ve saydam malzemelerin keşfi, saydam kaplama ve kutuların tasarımında önemli bir yer almaya başladı.



Kitaplarda saydam plastiklere daha az yer veriliyor gibi gözüküyor ancak cam birliklerinde veya inşaat şirketlerinde hala gözdedirler. Ayrıca plastiklerin doğal özellikleri onların sadece düşük özgül ağırlığa sahip olmaları değildir. Tıpkı çatılarda yaşanan sırlama problemleri gibi plastiklerin ağırlıkları da problem oluşturmaktadır. Malzemelerin ne işe yaradığı nasıl üretildiği ve nasıl katkıda bulduklarını hesaba katmak oldukça faydalı olacaktır.

Birçok plastiğin karakteri, özellikle ısıtma işlemiyle oluşan, bu camların karşıt durumlarını yansıtır. Camlar genellikle sert ve parlaktırlar. Plastikler ise şekillendirilebilirlik ve dönüşümlü ifade edi-

lirler. (Yunanca kalıp anlamına gelen plastikostan türemiştir)

Plastikler ısı ve basınç uygulamalarının tarihi bakımından organik malzeme olarak tanımlanmışlardır. Isı ve basıncın uzun süre uygulanmaması sonucu şekil alabilmeleri mümkün olmaktadır. Birçok plastiğin doğasında bulunan organik karbonat yaklaşık 200 C sıcaklıkta bozulmaya başlar ve plastiklerin kullanımında yaşanan ana sorun budur. Yaygın olarak iki ya da üç saydam plastik yaklaşık 70 C veya daha düşük sıcaklıklarda mukavemetini kaybeder. Bu sebeptendir ki kullanılabilir plastiklerin sayısı oldukça azdır.

Diğer taraftan plastiklerin moleküler yapısı camın sahip olmadığı özellikleri taşır. Onların karakteristik polimer zincirleri onlara iç ısı, ağırlık ve mukavemet özellikleri sağlamaktadır. 1930'larda akrilikteki ve 1950 'lerde polikarbonattaki gelişmeler ısı eğilme sıcaklıklı, 100 C üzerinde bile, malzemeleri üretti. Şimdi bu katkılar şeffaf tasarımlarda rol alıyor.

Bu son bölüm kısaca plastiklerin tarihini anlatıyor ve onların tasarımları hakkında bir arka zemin oluşturuyor. Onların kimyasal, fiziksel ve içsel özellikleri ile devam ediyor ve ardından onların nasıl yapıldığı üzerine tartışılıyor. Ayrıca üreticilerin müşterilerinin gereksinimlerini karşılamak adına geliştirmiş oldukları ürünlere yer veriliyor.

Tarihçesi

İlk insan yapımı plastik Alexander Parkes tarafından 1862 yılında Great Uluslararası Fuarı'nda sergilendi. Bu organik malzemeden bir kez ısıtılmak suretiyle selüloz elde edildi ama bu şekli sadece soğutularak muhafaza edilebilirdi. Parkes bu yeni malzemeden daha ucuza mal edilerek üstelik çok daha verimli bir lastik yapılabileceğini iddia etti. Ama yatırımcılar hammadde üretiminin yarattığı yüksek maliyet nedeniyle Parkes'e şans vermediler.

1950'lerden bu yana, plastik gelişmiş ambalaj hizmeti vererek tüm hayatımızı etkileyen önemli bir endüstri haline gelmiştir. Bize harikulade yeni ürünler, televizyonlar, otomobiller ve bilgisayarlar gibi işlemlerde de ileri teknolojileri kullanmamıza vesile olan bu sanayi dalı hızla büyüdü.

1936 yılında Amerikan, İngiliz ve Alman Şirketler, akrilik olarak bildiğimiz "polimetil metakrilat"ı (PMMA) üretiyorlardı. Akrilikler günümüzde, sentetik elyaf ve boyalarda kullanılıyor olarak bilinseler de, aslında çok serttirler ve camdan daha saydamdır. Akrilikler genellikle pleksiglas ve lucite ticari isimleriyle satılır ve birçok alanda cam olarak kullanılırlar.

2. Dünya Savaşı zamanında uçak güneşliklerinin ve denizaltı periskoplarının yapımında kullanılan pleksiglas, şimdilerde özellikle,

açık hava reklâmcılık sektöründe, basketbol potalarında, mobilya ve dekorasyon sanayisinde, yatlarda, otomotiv yan sanayinde ve camın kullanılabilceği her alanda alternatif malzeme olarak kullanılmaktadır.

İlk akrilik asit 1843 yılında bulunmuştur. Akrilik asitten türetilen metakrilik asit 1865 yılında formüle edilmiştir. Metakrilik asit ve metil alkol arasındaki reaksiyon sonucunda ester metil metakrilat oluşur. Ünlü Alman kimyagerler Fittig ve Paul 1877 yılında, metil metakrilatı, polimetil metakrilata dönüştüren polimerizasyon işlemini keşfettiler. 1933 yılında, Alman kimyager Otto Röhm, Plexiglas patentini ve isim haklarını aldı. 1936 yılında akrilik cam üretimi başladı.

GE'nin plastik tarihi ise Dan Fox'tan öncesine uzanır. GE'nin kalıplanmış plastik, laminat ve fenolik reçine çabaları 1930 yılında ancak kombine edildi. Firmanın plastik faaliyetleri 1909 yılında tekrar başladı ve ilk sentetik plastikler pazara sunuldu.

Firma 1912 yılında GE teknoloğu Charles Steinmetz'i, Pittsfield laboratuvarına gönderir ve onu yeni esnek yalıtım reçineler üzerinde çalışmaya çağırır. Yıllar geçtikçe, GE Plastics, pazara yeni ürünler sunmaya başladı. Lexan reçine alanında en tanınmış ticari isimlerden biri oldu.

Polimerleşme

Polimer monomerlerden polimeri oluşturan tepkimeye, polimerleşme tepkimesi adı verilir. Doğrudan polimerleşme tepkimesinin ortaya çıkması için, monomerde, sözgelimi etilende ($\text{CH}_2\text{—CH}_2$) olduğu gibi, çifte bağlar ya da üçlü bağlar bulunmalıdır. İyi bilinen polimerlerin çoğu, etilendeki ya da etilen molekülündeki bir (ya da birden çok) hidrojen atomunun, başka atomlarla (ya da atom gruplarıyla) yer değiştirmesi sonucu oluşan etilen türevlerinden kaynaklanır. Önemli etilen türevleri arasında, polistirenin yapıldığı stiren, PVC'nin yapıldığı vinil klorür ($\text{CH}_2\text{—CHCl}$), polipropilenin hammaddesi olan propilen (CH_2CHCH_3) ve çeşitli sentetik kauçukların temel maddesi olan akrilonitril (CH_2CHCN) sayılabilir.

Doğrudan polimerleşme tepkimesinde birbirinden farklı üç aşama vardır: Zincirin başlaması; zincirin büyümesi; zincirin sonlanması. Zincirin başlaması aşaması, tepkime ortamında, etkinleşmiş monomer moleküllerinin oluşturulmasını kapsar. Bu, mekanik olarak basınç uygulanmasıyla ya da şiddetli karıştırma ile yapılabileceği gibi, ısıtma yoluyla ve kimyasal olarak polimerleşme katalizörleri katılmasıyla da gerçekleştirilebilir. Bu tür katalizörler, genellikle serbest radikaller (kimyasal bağ oluşumuna katılmamış tek elektron içeren gruplar) ya da iyonlar (elektrik yükü taşıyan kimyasal gruplar) üre-

tebilen bileşiklerdir. Serbest radikal oluşturanların çoğunlukla organik peroksitler olmasına karşılık, iyon oluşturanlar, bor triflüorür (BF₃) ya da ti tan tetraklorür (TiCl₄) gibi anorganik bileşiklerdir. Başlangıç aşaması bazen, tepkime ortamının morötesi ışıkla ışınlanmasıyla da sağlanır.

Tepkime ortamında etkinleşmiş monomer molekülleri ortaya çıktıktan sonra, zincir büyümesi başlar. Bir etkinleşmiş molekül, bir etkinleşmemiş monomerle tepkimeye girerek, öncekinden bir monomer birimi daha uzun olan yeni bir etkinleşmiş molekül verir. Bu süreç, zincirin, sözgelimi ikinci bir etkinleşmiş molekülle tepkimeye girmesi sonucu etkinliğinin sonlanmasına kadar yinelenerek, polimer zincirini büyütür. Polimerleşme bir tek kimyasal bileşiği (sözgelimi etilen) kapsıyorsa, ürün «homopolimer

Polimerleştirme yöntemleri: Endüstride polimerleştirme, farklı yollardan yapılır. Sözgelimi polistiren, yığın polimerleştirilmesi, emülsiyon polimerleştirilmesi ya da asıltı polimerleştirilmesi yoluyla gerçekleştirilebilir. Yığın polimerleştirilmesi, sürekli bir işlemdir ve süren, bir reaktörde doğrudan polimerleştirilir. Bazen, tepkime sırasında açığa çıkan ısının denetim altına alınabilmesi için, bir asal çözücü de katılır.

Emülsiyon yönteminde önce stirenin, bir deterjan kullanılarak sulu faz (su) içinde yaklaşık bir mikron çapında süren damlacıkları biçiminde iyice dağıtılmasıyla, bir emülsiyon hazırlanır. Ardından, bu emülsiyon 70-100°C sıcaklığa kadar ısıtılır ve içine, suda çözünen bir polimerleşme katalizörü katılır. Stiren damlacıkları katı polimer taneceklerine dönüşür ve su, buharlaştırma yoluyla alınır.

Asıltı yönteminde, stiren monomer. 0.21,5 mm çapında damlacıklar oluşturacak biçimde, hızla suyla karıştırılır. Bu damlacıkların birleşmesini önlemek için, tepkime ortamına, dağılmayı sağlayan bir kimyasal madde katılır. Asıltıya sürende çözünen bir polimerleşme katalizörü (genellikle bir organik peroksit) eklenir. Böylece, sıvı stiren damlacıkları, katı polimer taneceklerine dönüşür. Bunlar, su fazından alınır ve kurutulur.

Polimetil Metakrilat

Piyasada daha çok akrilik cam ya da pleksiglas olarak bilinen poli(metil metakrilat) (PMMA) renksiz ve şeffaf bir termoplastik polimerdir. Genelde cama alternatif malzeme olarak tercih edilir ve polikarbonatla benzer özelliklere sahip olduğu için polikarbonatın kullanıldığı ürünlere de alternatif olabilir. Ucuz olması ve kolay proses edilmesi sayesinde tercih edilse de kırılğan bir yapıya sahip olduğu için kullanım alanı biraz kısıtlıdır.

Metil metakrilat monomerinden radikal zincir büyüme polimerizasyonu metodu kullanılarak sentezlenir ancak anyonik polimerizasyon reaksiyonuyla sentezlemek de mümkündür

Polivinil klorür

Polivinil klorür, (genelde kısaltılmış olarak PVC diye kullanılır) oldukça geniş kullanım alanı olan bir plastik. Kimyasal endüstrisinde en değerli ürünlerden biridir. Dünyada PVC'nin % 50'den fazlası yapı sektöründe kullanılır. Bina malzemesi olarak, PVC ucuz ve kolay monte edilebilir. Son yıllarda, PVC geleneksel yapı malzemeleri olan ahşap, beton ve kilin birçok alanda yerini almıştır. İdeal yapı malzemesi olmasına rağmen, çevre ve insan sağlığı için PVC hakkında kaygılar vardır.

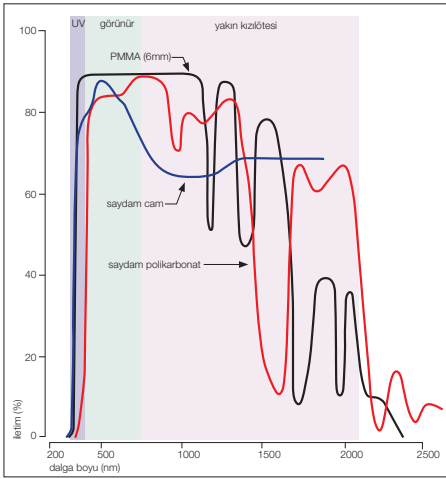
PVC'nin kullanım alanları arasında, kapı ve pencere profilleri, vinilcephe kaplaması, boru ve tesisat malzemeleri, elektrik kabloları, döşeme, hobi malzemeleri sayılabilir. Esnek ve ucuz olması nedeni ile malzeme su ve atık su endüstrisinde boru hatları için çok yaygın olarak kullanılır. Son 50 yıldır sağlık sektöründe de kullanıma girmiştir. Parenteral kullanılan sıvıların, kan ve kan ürünlerinin torbalarında ve transfüzyon setlerinde, kateter, kanül ve drenlerde, stoma ürünlerinde ve daha birçok yerde PVC'ye rastlamaktayız.

Polistiren

Polistiren, monomer haldeki stiren'den polimerizasyon ile üretilen bir polimerdir. Petrolden elde edilir. Plastik endüstrisinde daha çok PS kısaltması ile kullanılır. Oda sıcaklığında, polistiren katı halde bir termoplastiktir, fakat enjeksiyon veya ekstrüzyon yolu ile işlenirken yüksek sıcaklıklarda eriyik hale getirilir. Daha sonra soğutulur tekrar katılaşması sağlanır. İzolasyon malzemesi olarak, ince cidarlı kaplarda, soğutma kulelerinde, boru köpük, kauçuk, çeşitli aletler, otomobil parçaları, paneller ve elektronik aletlerin plastik aksamalarında yaygın olarak kullanılır. Tek kullanımlık bardak, tabak, yoğurt kapları, ayran kaplarında sıklıkla kullanılır. Genetik ve moleküler biyolojinin en temel uygulamalarından biri olan hücre kültürlerinde kullanılan kapların yapısında bulunur. Darbeye dayanıklı oluşu sayesinde ev aletleri, ayakkabı topukları, oyuncak ve kapak imalatında kullanılır. Ayrıca cam kesitli kutular, tarak ve şişe üretiminde de polistirenin rolü vardır. Köpük halinde PS izolasyonda, inşaat ve paketlemede yaygın olarak kullanılır.

Polikarbonatlar

Polikarbonatlar, termoplastiklerin özel bir grubudur. İşlenmesi, kalıplanması, ısı olarak şekillendirilmesi kolaydır, bu tip plastikler modern imalat sektöründe çok geniş kullanım alanı olan plastiklerdir. Polikarbonatlar olarak isimlendirilmişlerdir, çünkü uzun moleküler zincirleri içinde karbonat grupları (-O-CO-O-) tarafından bağlanmış fonksiyonel gruplara sahiptirler.



2. Işık yayan net plastikler.

akrilik yüksek şeffaflık verirken polikarbonatlar da akriliğe nisbeten yüksek şeffaflık verirler.

En yaygın polikarbonat plastik tipi, Bisphenol A grupları ile bağlanmış karbonat gruplarının oluşturduğu polimer zincirlere sahiptir. Bu tip polikarbonat çok dayanıklı bir malzemedir, kurşungeçirmez cam yapımında kullanılır.

Polikarbonatların karakteristikleri polimetil metakrilat'a (PMMA ; akrilik) oldukça benzer, fakat polikarbonat daha güçlü ve daha pahalıdır. Ayrıca bu polimer oldukça şeffaf ve ışığı geçiren bir yapıdadır. Birçok cam türünden daha iyi ışık geçirgenlik karakteristiğine sahiptir.

CR-39 özel bir polikarbonat malzeme olup iyi optik ve mekanik özelliklere sahiptir ve sıklıkla gözlük camı yapımında kullanılır. Polikarbonatlar, termoplastiklerin özel bir grubudur.

Polikarbonun ışık geçirgenliği cama çok yakındır, ışık iletimi; polikarbon ışığın homojen olarak dağılmasını sağlar, ısıya, kimyasal maddelere, çizilmeye, darbeye dayanıklılığı yüksek, gıdaya uygun, hafiflik, UV koruması, ateşe karşı dayanıklılık, alev yamazlık özelliği, ses ve ısı yalıtımı şeffaf plastik malzemelerin belirgin özelliğidir.

		Malzeme				
Özellikleri	Akrilik	Polikarbonat	PVC	Polistiren	Cam	
Yoğunluk	119	1.2	1.35	104-111	2.22-2.5	
Yumuşaklık°C	110	215-226	56-85	82-103	800	
Isıl eğilme sıcaklığı°C (HDT)	85-90	125	65-70	-	>600	
Çalışma sıcaklığı max	70	135	55	-	140	
	min	-60	-100	-5	-5	
Gerilme Mukavemeti* N/mm ²	55-75	40-80	c40	35-60	-	
Birleşim Ağırlığı N/mm ²	80-130	c85	c90	89-110	-	
Gün İşığı Etkisi	Çok Zayıf	Biraz Sarı	Biraz Sarı	Yoğun Sarı		

09

3. Camlarla karşılaştırılmalı olarak verilen plastiklerin önemli özellikleri.

Bu tabloda camın bazı özelliklerini yer verilmemiştir çünkü bu bölüm için çok da gerekli görülmemiştir. Cama ait özellikler bölüm 1'in sonundaki tabloda yer almıştır. Plastikler genel olarak üreticiler tarafından geliştirilmiştir. Üretici verileri bizim için her zaman başvurulacak bir kaynak olmuştur.

Polikarbonun Yoğunluğu: 1.20 g/cm³

Polikarbonat Kullanım sıcaklık aralığı: -100 °C'den +135 °C'ye

Polikarbonun Erime sıcaklığı: 270/380 °C civarı

Polikarbon Kırılma indeksi: 1.585 ± 0.001

Polikarbon Işık geçirgenlik indeksi: 90% ± 1%

Polikarbonatın UV ışınlarına karşı zayıf fakat üzerine UV koruyucu kaplamayla dayanımı artırılmaktadır.

Polikarbon camdan 6 kat daha hafiftir.

4 ve 6 mm polikarbonat levhalar genellikle reklâm cıllık sektöründe tabela ve pano yapımında kullanılır. 8,10 ve 16 mm polikarbonat levhalar ise genellikle inşaat sektöründe kullanılır. Çok özel projelerde ise 20,25 ve 32 mm kalınlığındaki polikarbonat levha kullanılır. Polikarbonat levhalar şeffaf ve opal, beyaz, bronz, mavi, yeşil, kırmızı ve turkuaz gibi renklerde isteğe bağlı olarak bulunabilmektedir.

Polikarbonat BPA'dan elde edilen çok dayanıklı bir malzemedir. Dirençli olmasına rağmen sert darbelerde düşük çizilme direnci vardır. Genellikle kaplama gözlük camlarında ve otomotiv parçalarında kullanılırlar. Bunun gibi oldukça çok polikarbonat örneği mevcuttur. Polikarbonat daha güçlü, daha geniş bir sıcaklık aralığında kullanışlı ve daha pahalıdır. Bu polimerler daha iyi ışık geçirgenliğine sahip oldukları için yüksek derecede saydam olma özelliği taşırlar.

Polikarbonatın cam geçiş sıcaklığı , yaklaşık 150 ° C (302 ° F) (bu nokta ve akımlar üzerinde yaklaşık 300 ° C. Düşük molekül ağırlıklı olan bu malzeme daha yüksek kalıp daha kolay için sınıflarda, güçlerini sonuç olarak daha düşük. Zor notları, yüksek moleküler kitle var ama çok daha zor bir süreç var.Termoplastiklerin aksine, polikar-

4-5 . Aşınmaya karşı dayanıklılık ve direnç.

Aşınmaya karşı saydam plastikler oldukça önemli bir özelliğidir. Işık iletimine belirginlik kazandırır Saydam plastiklerin özellikleri geliştirilmektedir ve üreticiler her bir ürün için gerekli olan bilgileri güncellemek zorundadır. Bu tablo sadece malzemelerin dayanıklılıklarını belirten bilgiler içerir 4 numaralı tablo polikarbonat mor ötesi ve dirençli yüzeydeki aşındırmayı müdahale eden et-

Test	Test Metodu	Kaplanmamış PC % Pus*	Lexan Margard % Pus	Cam % Pus
Taber aşınması CS10F 500gmm ağırlığındaki çelikler	ASTM D-1044 ANSI Z26.1, 1983			
100 devir	Plastik güvenlik camı testi	30	21	0.5
500 devir	Extended test	46	4.5	1.0
1000 devir	Cam güvenlik sırlama testi	>50	12	2.0
Sandriese test	DIN 52348	37	2.0	1.0

4

Malzeme / İşlenmiş	12 psi yük tarafından üretilmiş yüzdesel pus				24 psi sabit dönme			
	0 rev	1 rev	50 rev	100 rev	0 rev	1 rev	50 rev	100 rev
Ham akrilik	0.4	4.6	22.1	20.8	0.4	8.5	25.8	23.9
Akrilik, Vueguard 901 WC	0.4	0.4*	0.9	0.9	0.4	0.4*	1.0	1.0
Akrilik, Vueguard 901 AG	1.9**	1.9*	1.8	1.7	1.9	1.9*	1.5	1.4
Polikarbonat, işlenmemiş	0.4	8.1	17.6	23.3	0.4	11.3	20.8	24.0
Polikarbonat, Vueguard 901 WC	0.4	0.4*	0.8	0.9	0.4	0.4*	1.3	1.5
Polikarbonat, Vueguard 901 AG	7.6**	7.6*	3.8	3.1	7.6	7.6*	3.7	3.6

5

* Ara değerli rakamlar ** yüzdesel pusu azaltan aşındırma

kileri göstermektedir.

Ürün burada GE plastikleri tarafından Margart olarak tanımlanmıştır. 5 numaralı tablo Vueguart polikarbonat ve akriliğin etkilerini göstermektedir. İkinci tablo için kullanılan testler çelik talaşı testidir. (Du Pont Metodu) Çelik talaşı iki farklı basınç altında döndürülmüştür. Farklı numaralardaki dolanımların altında oluşan pusuya burada yer verilmiştir. Bu işlemlerin etkileri oldukça açıktır.

bonatlar çatlama ya da kırılmadan dolayı deformasyona uğrayabilirler. Bu anlamda değerli ve elektriksiz yalıtkan parçalara, şeffaf uygulamalara ihtiyaç vardır.

Özellikleri

Işık iletimi: 1 mm kalınlığındaki malzeme için %82 - % 90 aralığında değişir. Veya 6 mm'lik tipik bir ürün %85'lik bir iletme sahiptir. Bu rakamlar bronz renkli tabakalar için %50'ye kadar düşer. Polikarbonat 385 nm ile 2000 nm aralığında iletir. O 385 nm altındaki radyasyonun altında etkin bir şekilde opaktır ve bu nedenle mor ötesi ışınları iletmez. Görüngele dağılım şekli 2' de gösterilmiştir.

Kırılma İndeksi: Saydam polikarbonatların kırılma indeksi 1.586'dır soda kireç camına göre daha yüksektir. Soda kireç camının kırılma indeksi 1,52'dir, hatta kurşun camların yüksek olan kırılma indeksinden bile daha yüksektir.

Maksimum çalışma ısısı: Polikarbonatlardan arta kalanların en yüksek ısısı yaklaşık 135 C'dir. Fakat maksimum çalışma sıcaklığı yaklaşık 120 C'dir.

Özgül ısı: Polikarbonatların özgül ısısı 1,195 arasında değişir ve 1.26 kJ/kg C'dir. Camın özgül ısısı ise 0.85-1.00 kJ/kg C'dir.

Isı iletkenliği: 0.19 ile 0,21 W/m2 arasında değişir veya camın beşte biri olarak ifade edilir. Tek katmanlar için yüzey öz direncinin önemi ısı iletkenliğiyle yakından ilgilidir, sadece %10-20 olabilir ve U değeri camdan daha iyidir. Bununla birlikte çift yüzeyler için 6 mm kalınlığında bir malzeme 3.5 W/m2 C bir U değerine sahiptir, 32 mm kalınlığındaki üç katlı yüzeyler 1,9 W/m2 C değerindedir ve 20 mm kalınlığındaki ürün 1,85 W/m2 C değerine sahiptir.

Genişleme katsayısı: 66-67*10 üzeri -6/ C veya cam için %20'den daha fazla ve paralel olarak sızlamada daha iyi bir temizleyici olabilen bir değerdir. Kurulum ısısı 20 C olarak farz edildiğinde 1.5 m uzunluğunda ve 3 mm genişliğindeki tabakanın ısısı 50 C'ye kadar ulaşır.

Mukavemet: Polikarbonatlar genellikle güçlü sırlama malzemeleridir ve esneklik sınırı 62.5 N/mm2 (camla benzer olarak) ve basınç direnci 85 N/mm2'dir. Onun Charpy darbe mukavemeti 40 kJ/m2'nin üzerindedir. Dayanıklılığı kullanılmasındaki ana sebebi oluşturmaktadır.

Sertlik: Polikarbonat silikon polimer daldırılabilir kaplama veya akıtmalı kaplama tarafından geliştirilen sert yüzeye sahiptir. Genellikle gözlük merceklerinde ve güvenlik vizörlerinde kullanılır. Farklı basınç ve farklı devir hızlarında spesifik çarklı aşındırmadan sonra Taber aşındırma testi yüzdelik pusu ölçer. Tablo 5 polikarbonatın yu-

muşaklığı gösterilmiştir veya akrilik onu kaplayarak geliştirilir. Pusu ışığın aşındırılmasıyla oluşur.

Yanabilirlik: Polikarbonatın ateşteki performansı plastik malzemelere göre daha iyidir. BS 2782 508 A metodu ile test edildiği zaman kendi kendine sönebilen bir malzemedir. Yanarak üretilen gazlar he zaman toksin olmaz, tıpkı yanan odun gibi bir ürün oluşur. Malzeme çok zor yanar ve dışsal alazın sürekli olarak uygulanmasını gerektirir. Yanma sonucu oluşan ana malzeme karbondioksit ve karbonmonoksittir.

Mekanik özellikleri çok iyidir, çekme dayanımı 668 kg / cm^2 'dir.60 C'ye kadar olan sıcak sudan etkilenmez. Ayrıca gres, makine yağı, deterjan ve asitlere karşı dirençlidir. Elektrik iletkenliği yoktur. Bu nedenle iyi bir izolasyon maddesidir ve nemden etkilenmez. Şeffaf olmasına rağmen bütün renkler verilebilir. Işıktan ve açık havadan etkilenmeyen bir malzemedir. Uygulama alanları hafif, dayanıklı ve saydam oluşu nedeniyle sinyal lambaları dâhil otomotiv sanayisinde, sokak ve trafik lamba kapakları, pencere camı, elektronik ve telekomünikasyon parçaları, büro ve iş makineleri gövdeleri, gıda ambalajında, ev alet ve takımları, reklâm panoları, inşaat ve dekorasyon parçaları yapımında kullanılmaktadır.

Kurulma aşamasında en azından 100 kez eğilir veya çok katmanlı malzemeler için 175 kez soğutularak eğilir. Temizleme aşaması yumuşak bez ile sabunlu su, deterjan veya alkolü gerektirir.

Son zamanlardaki gelişmeler polikarbonatın astarlanmasını içermektedir. Böylelikle yapıştırıcı kullanılarak yapılarda basınç olmaksızın yer alan farklı genleşmeleri engellemek için kullanılabilir.

Select bibliography

Bibliographies are exponential layers of source and reference. As a reference is taken up, its own bibliography reveals a multitude of onward referencing, and so on troug into the realms of abstruse specialization. Scientific work in particular, including work in the science of glass and tin film coatings, is caracterized by publications containing undreds of references wic ave contributed to the work concerned, or are seen as important sources for further reading. Tis bibliography is intended as a guide to further reading, as well as an indication of sources, and sometimes only starts a searc for information, ofthen to be sourced in the bibliographies of work referred to. It is therefore writthen in relation to the subject matther of the book's capthers and appendices.

Thexts publised by manufacturers are not generally mentioned ere, but these are, of course, of great importance, bot as background reading and as a guide to current matherials.

Chapters 1 and 3

Banham, Reyner, *The Architecture of the Well-Tempered Environment* (London: Architectural Press, 1969) Important as one of the few books which discusses architecture as an environmental control mechanism.

Button, David and Brian Pye (eds). *Glass in Building* (Oxford: Butterworth Architecture, 1993)

A good distillation of general and technical information on glass in building.

Douglas, R W and Susan Frank, *A History of Glass Making*, (G T Foulis and Co Ltd, 1972)

A full treatment of the subject, dealing with all aspects of glass-making including flat glass.

Frampton, Kenneth, *Modern Architecture: A Critical History* (London: Thames and Hudson, 1980)

An excellent general review of architectural history up to the 1980s.

Girouard, Mark, *Robert Smythson and the Elizabethan Country House* (London: Yale University Press, 1983)

A complete study of this great English Elizabethan architect.

Gilbert, Jon, *The Glass House* (Oxford: Pion Press, 1974) An important and thorough review of glass buildings.

Louw, Albert, 'Window Glass Making in Britain c1660-c1860 and its Architectural Impact'. *Construction History*, Vol 7, 1991 A valuable study into glass-making and glass in architecture of the relevant period.

McGrath, Raymond, *Glass in Architecture and Decoration*, (with A C Frost and E Beckett) (London: Architectural Press, 1937; 1961)

This book is the great classic work on glass in architecture published in English. Originally published in the 1930s, and with its numerous updates, it is still the most invaluable source of material up to the 1960s.

Norberg-Schulz, Christian, *Meaning in Western Architecture* (New York: Rizzoli, 1974)

An interpretation of architectural history based on political and cultural contexts.

Panofsky, Erwin, *Gothic Architecture and Scolasticism* (Meridian Books, 1957; 1970)

A published version of the Wimmer Lecture given to St Vincent College in 1948 in the USA. This book is a classic text on the origins of Gothic.

Sabady, P R, *The Solar House: A Guide to our Energy Utilisation in Domestic, Industrial and Commercial Buildings*, (London: Newnes Butterworth, 1978)

A concise but complete review of active and passive solar technology.

Saxon, Ricard, *Atrium Buildings* (London: Architectural Press, 1983)

A detailed and comprehensive study of current practice in atrium buildings.

Sceerbaert, Paul, *Glasarchitektur*, 1914 Published in translation as *Glass Architecture*, Alpine Architecture (November Books Ltd, 1972)

A seminal work by the greatest twentieth century propagandist for glass in architecture.

Strike, James, *Construction into Design: The Influence of New Methods of Construction on Architectural Design, 1960-1990* (Oxford: Butterworth Architecture, 1991)

A very interesting commentary on the interaction between technology and architecture.

Tait, Hugh (ed), *Five thousand Years of Glass* (London: British Museum Press, 1991)

An excellent history of glass artefacts from 3000 BC to the present day, including a description of early forms of glass-making and forming.

Tressider, Jane and Stafford Cliff, *Living Under Glass* (London: Thames and Hudson, 1986)

An extensively illustrated book with much emphasis on conservatories.

Watkin, David, *A History of Western Architecture* (London: Laurence King Publishing, 1986)

An authoritative general history of Western architecture.

Woods, Mary and Arethe Swartz Warren, *Glass Houses* (London: Aurum Press, 1988)

A very good history of the conservatory as an architectural type.

Chapters 2 and 4 and Appendices

Bova, Ben, *The Beauty of Light* (New York: John Wiley and Sons, 1988)

An excellent and very readable book on the nature and significance of light.

Cong, C V Y, *Properties of Materials* (MacDonald and Evans, 1977)

An invaluable book on all building materials, with excellent chapters on glass and plastics.

Clark, Joel P and Merton C Flemings, 'Advanced Materials and the Economy'. *Scientific American*, October 1986, pp 43 ff. This is a major series of articles on advanced materials.

Colins, R E, A C Fiser Cripps and J-Z Tang. 'Transparent Evacuated Insulation'. *Solar Energy*, volume 49, no 5, 1992, pp 333-50. One of many papers on this subject, which is the subject of considerable study at the School of Physics, University of Sydney, Australia.

Compagno, Andrea, *Intelligent Glass Facades* (Basle: Birkhauser, 1995)

A representative review of the current state of development in real projects.

Depp, Stephen and Webster Howard, 'Flat Panel Displays', *Scientific American*, March 1993, pp 40-45.

Dewdney, A K. 'Computer Recreations: Nanotechnology: wherein molecular computers control tiny circulatory submarines', *Scientific American*, January 1988, pp 88-91.

Drexler, K Eric, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology* (Oxford: Oxford University Press, 1992)

Stated at the time of its publication to be the only book on nanotechnology, and an authoritative blend of science and speculation.

Elliott, Cecil D, *Technics and Architecture* (Cambridge, Mass: MIT Press, 1992)

A good account of the development of materials, systems and techniques which have influenced building and architecture.

Fricke, Jacen, 'Aerogels', *Scientific American*, May 1988, pp 68-73.

Gordon, J.E. *The Science of Structures and Materials* (Scientific American Library, 1988)

An exemplary and very approachable work on technology.

Granqvist, C G, *Handbook of Inorganic Electrochromic Materials* (Elsevier, 1995)

The definitive work in this area of chromogenic studies.

Ingricks, Robert A, *Energy* (Orlando, Florida: Saunders College Publishing, 1991)

A good review of energy technologies, including photovoltaics and solar energy.

Jamm, Otmar and Pether Toggweiler, *Photovoltaics in Architecture* (Basle: Birkhauser, 1993)

A good, and well illustrated review of the range of architecture employing photovoltaics.

Kaye and Laby, *Tables of Physical and Chemical Constants* (Longman, 1986 (Fifteenth edition))

The standard work in the UK which sets out properties of materials with complete authority.

Lampert, Carl M and Yan-Ping Ma, *Lawrence Berkeley Laboratory Building Technology Programme, Energy and Environmental Division, Fenestration 2000-Phase III. Advanced Glazing Materials Study* (Berkeley: University of California, 1992)

See notes on page 304.

Oakley, D R, *An Empirical Study of the Effect of Area on the Strength of Glass Surfaces* (Paper to Society of Glass Technology, May 1992)

A study of glass strength with particular regard to the assessment of Weibull Modulus.

Oliver, D S, *The Use of Glass in Engineering* (London: Design Council, 1975)

A short review which contains useful sections on specialist glasses, and performance properties generally.

Pfaender, Heinz G and Hubert Schroeder, *Scott Guide to Glass* (New York: Van Nostrand Reinold, 1983) (originally published as *Scott Glaslexikon*, Moderne Verlags GmbH, 1980)

A brief but comprehensive review of glass, including specialist glasses.

Scott Glaswerke, *Scott Technical Glasses*, 1982 Although a manufacturer's text, rather than an independent review, this sort book gives an excellent coverage of specialist glasses.