

Plazma Seri Üretim İçin Hazır

Kısa zaman öncesine kadar cam-elyaf ile güçlendirilmiş plastik malzemelere ince ve yüksek parlaklıkta şeffaf kaplama yapmak mümkün değildi. Atmosferik basınçlı plazma kullanımıyla bir Alman plastik boyama firması bir otomotiv üreticisinin dizayn ürününü yüksek parlaklıkta sert kaplama boyası ile dayanıklı ve darbeye dirençli şekilde kaplamayı başardı.

Katkısız plastik malzemeler düşük polariteleri ve bundan kaynaklanan düşük yüzey enerjileri (mJ/m^2) sebebiyle temiz yüzey olmadığında yapışmaz veya zayıf şekilde yapışır ya da kaplanırdı. Yüzey enerjisi yeni malzeme yüzeyleri üretirken kimyasal bağları kırmak için gerekli olan enerji miktarıdır. Yapışkan tabaka veya kaplamanın olası yapışma gücünü değerlendirmek için en önemli ölçüm budur. Genel olarak plastik malzemeler düşük yüzey enerjisine sahiptir. Genellikle $< 28 \text{ mJ}/\text{m}^2$ ila $40 \text{ mJ}/\text{m}^2$ arasındadır. Bununla birlikte deneyimler göstermiştir ki iyi yapışma için ihtiyaç duyulan yüzey enerjileri $38-42 \text{ mJ}/\text{m}^2$ sonrasında elde edilmektedir. Bir kaplamanın sağlam şekilde yapışması katı malzemenin yüzey enerjisinin sıvı yapıştırıcı veya boyanın yüzey geriliminden (mN/m) daha büyük olmasına bağlıdır. Yüzey enerjisini artırmak için çeşitli metotlar vardır. Bunlardan en sık kullanılanı çözücü içeren bu yüzden de çevreye zararlı olan metotların kullanımınıdır. Islak kimyasalların tamamen yerini alan metotlardan biri Openair plazma jet teknolojisi ile ön işleme tabi tutmaktır. Bu teknoloji Alman Plasmatreat GmbH, Steinhagen, tarafından 1995 yılında geliştirilmiştir. Teknoloji normal ortam hava koşullarında çalışır. Plasmatreat'deki çalışmalar plastik malzemelere Openair plazma ile ön işlem uygulandığında $72 \text{ mJ}/\text{m}^2$ üzerindeki yüzey enerji değerlerine ulaşabildiğini göstermiştir. Sonuç; daha önceden uyum göstermeyen yüzeylere yapıştırma yapılabilmesinin dışında, polar olmayan plastik gibi yapıştırmaya son derece dirençli yüzeyler üzerinde bile su bazlı yapıştırma veya boyama mümkün hale gelmiştir. Tüm dünyada uygulanmakta olan atmosferik plazma işlemi 2007 yılından bu yana Almanya'daki Nanogate Technologies Group'un bir yan kuruluşu olan GfO, Gesellschaft für Oberflächentechnik AG tarafından da kullanılmaktadır. Burada her yıl yüz binlerce ekran paneli kaplama öncesinde plazma ile işleme tabii tutulmaktadır. GfO kısa süre önce daha önce bu formda hiç üretilmemiş bir üründe de plazma teknolojisini kullanmaya başlamıştır.

Sıkı Gereksinimler

Gereksinimler son derece yüksekti. 2009 yılında otomotiv üreticisi Volkswagen yeni tasarımı araba anahtarları için daha önceden hiç görülmemiş bir optik yüzey arıyordu. Koyu siyah olması gereken boya aynı zamanda şeffaf ve yüksek parlaklıkta olmalı, dünya pazarında sunulan en yüksek çizilmeye karşı dayanıklılık ve darbe direncine sahip olmalıydı. Mükemmel boya görünümü ve uzun ömürlü stabil yapışma en önemli öncelikti. Bu konudaki sipariş plastik son kat konusunda uluslararası lider firmalardan olan ve bu konuda uzmanlaşmış Schwäbisch Gmünd'de bulunan GfO'ya verildi. Bu şirket için siparişin anlamı 'imkansız mümkün

kılmaktı' ve her şey sadece altı ay içerisinde tamamlanmalıydı. Bunun ardından seri üretim hazırlıkları garanti edilecekti.

Yeni Enjeksiyon Kalıp Çözümü

İlk bakışta teslim edilen hammadde ürünün malzemesi yani boyanmamış üst ve alt parçalar sıra dışı değil gibi duruyordu: poliamid PA 66 GF30 (%30 cam fiber ile güçlendirilmiş). Bu malzeme yüksek darbe dayanıklılığı gereksinimlerini karşılamak amacıyla seçilmişti, malzeme düşme ve kırılma testlerinden başarıyla geçmişti. Ayrıca anahtarın çıkan parçasının bazı spesifik yükler altında anahtar kılıfını kırmaması da gerekiyordu. Geliştiriciler cam-fiberin yüksek parlaklıkta kaplama için uygun olmadığını farkındaydı, $10\mu\text{m}$ aralığında 1 kat nano boya sistemi uygulayarak elde edilmesi mümkün gözüküyordu. Bu GfO tarafından uygulanabilecek maksimum boya kalınlığı idi. GfO Satış Müdürü Norbert Weiss şunları söyledi: "Cam-elyaf " enjeksiyon kalbına dik konuyor" ve son kat boyadan çıkıyorlardı. Bunun sonucu olarak bozukluklar oluyor ve anında sıyrılma gerçekleşiyordu". Anahtar kılıflarının her tür olumsuzluğa rağmen boyanabilmesini sağlamak için plastik üretim prosesinin değiştirilmesine karar verildi.



Şekil1. Resim: Plasmatreat

Homojen boya katmanı ve boyanın güçlü, uzun ömürlü, dengeli yapışmasını sağlamak için tasarım anahtarların poliamid kılıfları atmosferik plazma ile ön işlemden geçirildi

Konvansiyonel enjeksiyon kalıp metodu ve yüzeydeki bozuklukları düzeltmek için küçük parçacıklar kullanmak yerine anahtar kılıfları termoplastiklerin fiziksel köpükleme işlemi olan MuCell enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilecekti. Bu prosesin yardımıyla sadece mükemmel kalıp yüzeyi elde edilmiş olmuyor; aynı zamanda kalıp izleri ve bozukluklar da elimine edilmiş oluyordu. Ama burada bile bir sorun vardı: Köpükleme prosesi enjeksiyon kalıplama sonrasında iş parçası üzerinde gözle görülür çizgiler bırakıyordu ve renk koyu siyah yerine antrasit gibi oluyordu.

Zorluk

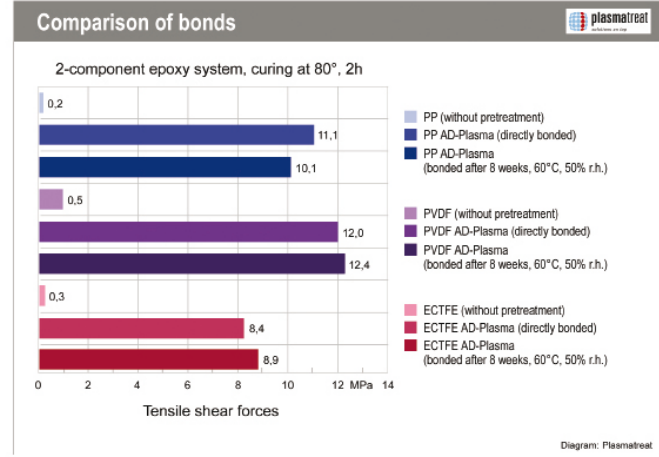
Artık plastik boyama firmasının becerilerini gösterme zamanıydı. GfO'ya göre kendini kanıtlamış iki metod kullanılabilirdi: Öncelikle kendilerine ait Sicralan inkjet prosesi, dünyada benzeri olmayan, şeffaf ve yüksek parlaklıkta çizilmeye dayanıklı kaplama için kullanılan eşsiz ve patentli 1-bileşenli nano boya sistemi. İkinci olarak %100 homojenliğe sahip boya katları ve güçlü, uzun ömürlü yapışma sağlayan güvenli prosese sahip, tamamen güvenilir Openair plazma tekniği. Otomotiv üreticilerinin test katalogları iklimsel değişim testleri, hidroliz testleri, ortam, asit ve krem testleri ve daha birçok test içeriyordu. Yapışma için karar çok iyi bilinen cross cut kesit testleri gibi testlerle verilecekti. Ancak bütün bunların dışında Volkswagen çok özel bir başka test talep etmişti: son derece aşındırıcı tambur testi.

Plazma Aktivasyonu İle Yapışma

Plazma prosesinde poliamid tarafından alınan yüksek derecede aktivasyon olmadan ıslatma sorunları ortaya çıkar ve kaplamayı imkansız kılar. Plasmamatreat Ar-Ge Bölümü Başkanı Dr. Alexander Knospe kimyasal prosesi bu şekilde açıklıyor: "Plazma ön işlem yüzeyde hidroksil fonksiyonları gibi polar gruplar olduğundan plastik malzemenin yüzey enerjisini güçlü şekilde artırmaktadır. Bu uygulamada sadece verilen boya veya yapıştırıcı ile tüm yüzeyin ıslatılması iyileştirilmekle kalmamış aynı zamanda kovalent bağ oluşumu da sağlanmıştır, bu yüzeyde oluşması mümkün kılınan çok dengeli bir atomik bağlıdır". Sonuç homojen boya katmanı ve en yüksek stres altında bile çizilmeye dayanıklı kaplamanın uzun ömürlü yapışmasıdır. Bu yol ile işlem sırasında plastik yüzeyde oluşan ısı artışı 30°C altında kalmaktadır.



Şekil 2 Resim: Plasmamatreat
Mükemmel boya görünümü: Bitmiş tasarım anahtar koyu siyah renk, yüksek parlaklıkta optik efektte sahip



Şekil 3. Resim: Plasmamatreat

Çeşitli plastik malzemeler üzerinde Openair plazma aktivasyonunun uzun ömürlü etkisi

Sonuç

Test serilerinin sonuçları yüksek teknoloji ürünlerine olan güveni haklı çıkartmıştır: Hızlı çelik yünü testi, Sicralan MRL UV yüksek performanslı yüzeyinde hasara sebep olmamıştır. Başka bir zorluk, çizilmeye dayanıklı kaplamanın basıncını azalan yarıçap içinde durdurmak – dizayn bağlantısında maskelenmemiş – konusu da başarıyla aşılmıştır.

Plazma ön işlem sayesinde cross-cut testleri mümkün olan en yüksek skor Gt0 (yapışma soyulması yok) ile geçilmiştir ve hatta tambur testine maruz bırakıldığında bile kaplama soyulmamıştır. Diğer testlerde benzer şekilde pozitif sonuçlar sağlamıştır. Çizgiler kaybolmuş ve yüzey son derece parlak, koyu siyah bir renk almıştır. Dünyanın bu optik efektte ve kaliteye sahip ilk araba anahtarı VW Phaeton modeli için geliştirilmiştir ve zamanında üretime girebilecektir.



Şekil 4. Resim: Plasmamatreat

Soldaki parça PA anahtar alt parçasının Openair plazma ile ön işlemini göstermektedir. Sağdaki parça aynı parçanın şeffaf, çizilmeye karşı dayanıklı kaplamanın uygulanmasından sonraki halini göstermektedir.