ÖZET

Endüstriyel uygulamalara yönelik floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar için solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi

Buluş özellikle, yüzey serbest enerjisini azaltıp, temas alanını arttırarak katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemeti olumlu yönde arttırmak üzere, ağırlıkça %1,75 oranında 12 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür ve %1,75 oranında 16 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür içeren astar kat kaplama malzemesi, bahsedilen astar kat kaplama malzemesinin üretim ve uygulama yöntemi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan, ağırlıkça %15-30 oranında termoplastik bağlayıcı, %4,5-10 oranında PTFE, %0,5-10 oranında FEP, %1-3 oranında yüzey aktif ajan ve %35-72,5 oranında çözücü sistemi içeren astar kat kaplama malzemesi olup, özelliği; yüzey serbest enerjisini azaltıp, temas alanını arttırarak katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemeti olumlu yönde arttırmak üzere, ağırlıkça %1,75 oranında 12 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür ve %1,75 oranında 16 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür içermesidir.

2. İstem 1'e uygun astar kat kaplama malzemesi olup, özelliği; bahsedilen çözücü sisteminin, N-metilpirolidon, metil izo bütil keton, metil etil keton, bütanol, etanol, ksilen, tolüen gibi organik çözücüler içermesidir.

3. İstem 1'e uygun astar kat kaplama malzemesi olup, özelliği; bahsedilen PTFE ve FEP'in ortalama parçacık dağılımının 5 mikron olmasıdır.

4. İstem 1-3'den herhangi birine uygun astar kat kaplama malzemesi olup, özelliği; kaplamada alt tabakaları gizlemek ve istenen rengi vermek üzere ağırlıkça %3-20 oranında pigment içermesidir.

5. İstem 4'e uygun astar kat kaplama malzemesi olup, özelliği; bahsedilen pigmentin arsenik pigment veya karbon pigment olmasıdır.

6. Gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan,

a) ağırlıkça %15-30 oranında termoplastik bağlayıcının %35-72,5 oranında çözücü sistemi içerisinde 60 dakika süreyle karıştırılarak çözülmesi,
b) elde edilen homojen çözeltiye %4,5-10 oranında PTFE, %0,5-10 FEP, %1-3 oranında yüzey aktif ajanın ilave edilerek 30 süreyle karıştırma işlemine devam edilmesi,
c) elde edilen karışımın basketmile alınarak 5 saat süreyle öğütülerek tekrar karıştırıcıya alınması,

işlem adımlarını içeren astar kat kaplama malzemesinin üretim yöntemi olup, özelliği; yüzey serbest enerjisini azaltıp, temas alanını arttırarak katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemeti olumlu yönde arttırmak üzere,

- c işlem adımından sonra %1,75 oranında 12 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür ve %1,75 oranında 16 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür eklenmesi ve 1 saat süreyle karıştırılması,

işlem adımını içermesidir.

7. İstem 6'ya uygun üretim yöntemi olup, özelliği; bahsedilen çözücü sisteminin, N-metilpirolidon, metil izo bütil keton, metil etil keton, bütanol, etanol, ksilen, tolüen gibi organik çözücüler içermesidir.

8. İstem 6'ya uygun üretim yöntemi olup, özelliği; bahsedilen PTFE ve FEP'in ortalama parçacık dağılımının 5 mikron olmasıdır.

9. İstem 6-8'den herhangi birine uygun üretim yöntemi olup, özelliği; b işlem adımında ağırlıkça %3-20 oranında pigment ilave edilmesi işlem adımını içermesidir.

10. İstem 9'a uygun üretim yöntemi olup, özelliği; bahsedilen pigmentin arsenik pigment veya karbon pigment olmasıdır.

11. İstem 6-10'dan herhangi birinde bahsedilen yöntem ile elde edilen astar kat kaplama malzemesinin pürüzlendirilen alüminyum substrat yüzeyine uygulanma yöntemi olup, özelliği;

- astar kat kaplama malzemesinin püskürtme, rulo kaplama, daldırma, fırçalama veya elektro-çökeltme uygulama yöntemlerinden biri ile 10-15 mikron kuru film kalınlığında uygulanması,
- 120-130 °C'de 4 dakika süreyle kurutulması ve soğutulması,

İşlem adımlarını içermesidir.

12. İstem 11'e uygun yöntem olup, özelliği; alüminyum susbtratın pürüzlülüğünün (Ra) 2,5 ila 5 arasında olmasıdır.

TARİFNAME

Endüstriyel uygulamalara yönelik floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar için solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi

Teknik Alan

Buluş, gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi ile ilgilidir.

Buluş özellikle, yüzey serbest enerjisini azaltıp, temas alanını arttırarak katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemeti olumlu yönde arttırmak üzere, ağırlıkça %1,75 oranında 12 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür ve %1,75 oranında 16 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür içeren astar kat kaplama malzemesi, bahsedilen astar kat kaplama malzemesinin üretim ve uygulama yöntemi ile ilgilidir.

Tekniğin Bilinen Durumu

Floropolimerler, yüksek performanslı polimer malzemeleri kategorisindedir. Bu malzemelerin en bilenen kullanım alanı pişirme gereçleridir. Ev tipi mutfaklarda ekipmanların kullanım sıklığı daha seyrek olduğu için sprey metodu ile uygulanabilen su bazlı PTFE kaplamalar fiyat avantajları ve seri üretimde hızlı pişirim imkanına sahip olduklarından dolayı sektörde tercih edilmektedir. Ancak endüstriyel üretim yapan firmaların kullandığı pişirme gereçlerinin kullanım sıklığı çok daha fazladır.

PTFE'nin keşfinden sonra, başka birçok floropolimer türü geliştirilmiştir. Flor içeren ve içermeyen monomer kombinasyonunun kullanılmasıyla da, sektörde farklı işleme ve kullanım sıcaklıklarına sahip birçok polimer geliştirilebilmiştir. Floropolimerler, kimyasal eylemsizlik, yüksek elektrik yalıtkanlığı, alev geciktirme, düşük sürtünme, yapışmazlık, hava şartlarına dayanıklılık gibi üstün fiziksel ve kimyasal özeeliklere sahiptir. Bu nedenle pişirme gereçlerinin yanında kullanım alanları, havacılık, uzay, iletişim, elektronik, mimari ve endüstriyel süreçler olarak geniş yelpazeyi kapsamaktadır.

Yapışmazlık özelliğinin uzun süreli korunabilmesi için bu özelliği veren üst katların kalınlığının yüksek değerde olması istenmektedir. Sıvı sprey uygulama ile istenilen kalınlıklar elde edilememektedir. Bu nedenle üst katlar elektrostatik olarak uygulanarak yüksek kalınlık değerlerine ulaşılabilmektedir. Kaplanan filmden istenen özellikler, homojen film yüzeyi,

yüksek parlaklık ve yüksek korozyon direncidir. Solvent bazlı formüllerde termoplastik bağlayıcılar, kullanılan çözgenler içerisinde çözündükleri için daha homojen bir film ve dolayısıyla yüksek parlaklık değerleri elde edilebilmektedir.

Endüstriyel ekipmanlarda yapışmazlık ömrünün uzun olması için üst katın kalın olması (>40 mikron) istenmekte ve bu nedenle üst kat elektrostatik olarak uygulanmaktadır. Yapışmazlık ömrünün uzun olmasındaki bir diğer etmen ise üst katın astara iyi yapışmasıdır yani katmanlar arası penetrasyonun yüksek olması ile üst katın astardan ayrılmaması sağlanmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda konu ile ilgili olarak EP0745109B1 numaralı patent dokümanına rastlanılmıştır. Söz konusu başvuruda, yapışmaz kaplama sistemi için, yüksek sıcaklıkta bir bağlayıcı reçine, tercihen poliamidimid reçine ve bir filamentli toz, tercihen bir nikel tozu içeren bir astar/baz kat açıklanmıştır. Bahsedilen astar katın bir avantajı, metal, cam veya seramik substratlara, geleneksel pürüzlendirme ön muamelesi yapılarak veya yapılmadan çok iyi yapışması ve yapışmaz kaplamalarda arzu edilen çok yüksek aşınma direncine ve çizilme direncine sahip olmasıdır.

EP0789728B1 numaralı patent dokümanında, bir metal yüzeye bir floresin kaplama yapıştırmak için bir astar bileşimi açıklanmaktadır. Mevcut buluş, organik bir solvent, bir polieter sülfon, bir poliamidimid ve/veya bir poliimid, bir floresin ve bir metal tozundan oluşan bir çözelti veya dispersiyondan oluşan bir flor reçine kaplama için bir astar bileşimi sağlamaktadır. Bahsedilen metal toz, pul veya parçacık şeklinde alüminyumdur.

Sonuç olarak yukarıda bahsedilen olumsuzluklardan ve eksikliklerden dolayı, ilgili teknik alanda bir yenilik yapma ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Buluşun Amacı

Mevcut buluş, yukarıda bahsedilen gereksinimleri karşılayan, tüm dezavantajları ortadan kaldıran ve ilave bazı avantajlar getiren, endüstriyel uygulamalara yönelik floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar için solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi ile ilgilidir.

Buluşun amacı, gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi elde etmektir.

Buluşun amacı, elektrostatik uygulanabilen toz FEP, PFA, PTFE gibi floropolimerik kaplamalar ile katmanlar arası yapışma sağlayabilen, yüksek aşınma ve korozyon direncine sahip, düşük sıcaklıklarda kürlenme sağlayabilen, 260 °C'ye kadar sürekli çalışma aralığına sahip renklendirilebilir, kolay uygulanabilir ve yüksek örtücülüğe sahip astar kat kaplama malzemesi sağlamaktır.

Buluşun amacı, metal substrat ile yapışma sağlayıp, metalik malzeme üzerindeki zayıf sınır tabakalarını, hava gözeneklerini, safsızlıkları, oksit tabakalarını ortadan kaldırarak elektrostatik toz FEP ve PFA üst katın yapışması için uygun ortam sağlayan bir astar kat kaplama malzemesi ortaya koymaktır.

Buluşun amacı, metalik substrat ve üst kat arasında mekanik kenetlenme sağlayarak ASTM D3359 standardına göre 5B yapışma mukavemetinin elde edildiği bir solvent bazlı endüstriyel astar kat kaplama malzemesi ortaya koymaktır.

Buluşun amacı, bileşiminde farklı boyutlardaki silisyum karbürler kullanılarak yüzeyde pürüzlülük oluşturup, üst katın, astar kat ile kenetlenmesini sağlamaktır.

Buluşun amacı, katmanlar arası yapışmanın yüksek olmasını sağlayan ve bu sayede kaplamanın hizmet süresini uzatan bir astar kat kaplama malzemesini kullanıma sunmaktır.

Buluşun amacı, kaplamanın aşınma, çizilme direncini arttırırken, termoplastik ve florlu polimer kaplamanın agrasif malzemelere karşı direncini doğrudan arttıran bir astar kat kaplama malzemesi elde etmektir.

Yukarıda anlatılan amaçların yerine getirilmesi için buluş, gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan, ağırlıkça %15-30 oranında termoplastik bağlayıcı, %4,5-10 oranında PTFE, %0,5-10 oranında FEP, %1-3 oranında yüzey aktif ajan ve %35-72,5 oranında çözücü sistemi içeren astar kat kaplama malzemesi olup, özelliği; yüzey serbest enerjisini azaltıp, temas alanını arttırarak katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemeti olumlu yönde arttırmak üzere, ağırlıkça %1,75 oranında 12 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür ve %1,75 oranında 16 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür içermektedir.

Yukarıda anlatılan amaçların yerine getirilmesi için buluş, gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan

a. ağırlıkça %15-30 oranında termoplastik bağlayıcının %35-72,5 oranında çözücü sistemi içerisinde 60 dakika süreyle karıştırılarak çözülmesi,
b. elde edilen homojen çözeltiye %4,5-10 oranında PTFE, %0,5-10 FEP, %1-3 oranında yüzey aktif ajanın ilave edilerek 30 süreyle karıştırma işlemine devam edilmesi,
c. elde edilen karışımın basketmile alınarak 5 saat süreyle öğütülerek tekrar karıştırıcıya alınması,

işlem adımlarını içeren astar kat kaplama malzemesinin üretim yöntemi olup, özelliği; yüzey serbest enerjisini azaltıp, temas alanını arttırarak katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemeti olumlu yönde arttırmak üzere,

- c işlem adımından sonra %1,75 oranında 12 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür ve %1,75 oranında 16 mikron tane boyutuna sahip silisyum karbür eklenmesi ve 1 saat süreyle karıştırılması,

işlem adımını içermektedir.

Buluşun amaçlarını gerçekleştirmek üzere astar kat kaplama malzemesi, pürüzlendirilen alüminyum substrat yüzeyine püskürtme, rulo kaplama, daldırma, fırçalama veya elektro-çökeltme uygulama yöntemlerinden biri ile 10-15 mikron kuru film kalınlığında uygulanmakta ve 120-130 °C'de 4 dakika süreyle kurutulmakta ve soğutulmaktadır.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen detaylı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirmenin de bu detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

Buluşun Detaylı Açıklaması

Bu detaylı açıklamada, endüstriyel uygulamalara yönelik floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar için solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

Buluş, gıda, makine, metal, otomotiv, savunma sanayi, elektrik aletleri gibi birçok endüstri alanlarında kullanıma uygun, floropolimerik elektrostatik toz kaplamalar öncesi uygulanan ve çok katlı sistemlerde katmanlar arası yapışma mukavemeti sağlayan solvent bazlı astar kat kaplama malzemesi ile ilgilidir. Buluşun birincil özelliği, metal substrat ile yapışma sağlayarak metalik malzeme üzerindeki zayıf sınır tabakalarını, hava gözeneklerini, safsızlıkları, oksit tabakalarını ortadan kaldırarak elektrostatik toz FEP ve PFA üst katın yapışması için uygun ortam sağlamasıdır. Bir diğer özelliği de, içeriğinde kullanılan silisyum karbür ile kaplamanın aşınma, çizilme direncini arttırırken, termoplastik ve florlu polimer kaplamanın agrasif malzemelere karşı direncini doğrudan arttırmasıdır.

Buluşa konu astar kat kaplama malzemesi genel olarak floropolimer, termoplastik bağlayıcı, dolgu malzemeleri, çözücü, yüzey aktif ajan ve pigment içermektedir.

Floropolimerik kaplama formülasyonlarında PTFE, FEP ve PFA en yaygın kullanılan yapılardır. Bu yapıların ana iskeleti karbon ve flor elementlerinden meydana gelmektedir. Üstün ısı ve korozyon direnci nedeni ile günlük yaşamımızda sıklıkla karşımıza tencere ve tavalarda yaygın kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadırlar. Bunun yanı sıra elektriksel ve kimyasal inertliği, geniş sıcaklık aralıklarında çalışma olanağı, esnekliği ve uzun hizmet ömrünün değerli olduğu otomotiv, kimya, mühendislik ve medikal endüstrilerde yaygın olarak tercih edilmektedir. Floropolimerler genel olarak serbest radikal polimerizasyonu ile üretilmektedir. Karbon-karbon bağlarının etrafında oluşan flor atomu, moleküle iyi kimyasal direnç ve stabilite kazandırmaktadır. Bu polimerlerden meydana gelen kaplamalar ise özel formülasyonlarla hazırlanarak ince film kaplamalı üstün yapışmaz özellikler sağlamaktadır. Floropolimerik kaplamaları altlık malzemelere yapıştırabilmek için bilinen birçok kaplama kompozisyonuna rağmen, özellikle metal altlık malzemelerine yapışmasının iyileştirilmesi için başka kompozisyonlar bulma ihtiyacı devam etmektedir. Genel olarak, bu tür kaplama bileşimlerinin uygun maliyetli, kolay üretilmesi ve uygulanabilmesi arzu edilmektedir. Ayrıca, kaplamadan iyi bir ısı, korozyon, hidrofobisite, çizilme, aşınma direnci ve altlık malzeme ile mükemmel yapışma gibi bir dizi özellikler beklenmektedir.

Bağlayıcılar, yapıdaki çözücüler uzaklaştığı andan itibaren katı bir film oluşumu sağlayan ve yüzeyler arası etkileşimi arttıran reçinelerdir. Kaplamalarında kullanılan bağlayıcı türleri genellikle poliamid imit, polieter sülfon, polieter eter keton, poli fenil sülfit ve poliesterlerdir. Buluşa konu astar kat kaplama malzemesinin bağlayıcı bileşeninde uzun süreli üstün sıcaklık toleransına sahip yüksek sıcaklık mühendislik termoplastikler kullanılmaktadır. Bağlayıcı polimerin önemli özelliklerinden yüksek mekanik dayanım, iyi kimyasal dayanımı ve sertlik sunmalarının yanında substrat ile astar katın birbirine bağlanmasına katkı sağlaması yer

almaktadır. Bahsi geçen bağlayıcılar organik bir çözücü içinde çözündürülmektedir. Bu tür organik sıvılar oldukça polar olup 100 ° C'nin üzerinde kaynama noktalarına sahiptir. Bu polar çözücüler, N- metilpirolidon, dimetilformamid, dimetilasetamid, dimetil sülfoksit, kresilik asit, sülfolan ve formamid olabilmektedir. Kolay ulaşılabilirlik nedeni ile polar aprotik N-metiltripirrolidon tercih edilmektedir.

Çözücüler, uygulama için viskoziteyi kontrol etmektedir. Boya, yüzeye uygulandıktan sonra solvent buharlaşarak reçine ve pigmentin bir boya filmi oluşturmasını ve hızla kurumasını sağlamaktadır. Bir boya formülasyonuna solvent eklemek, sistemin tüm performansını optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Yaygın olarak kullanılan organik çözücülere alifatik hidrokarbonlar ve aromatik hidrokarbonlardan metil etil keton, n -butil asetat, t -butil alkol ve etilen glikol örnek olarak verilebilmektedir. Mevcut buluşun dispersiyon ortamı/ çözücü sistemi, N-metilpirolidon, metil izo bütil keton, metil etil keton, bütanol, etanol, ksilen, tolüen gibi organik çözücülerden oluşmaktadır. Bahsi geçen taşıyıcı sıvılar polardır ve düşük kaynama noktasına sahiptirler. Belirlenen çözücü sistemi ile kaplama reolojisi, viskozitesi, yüzey gerilimi, kaynama noktası, buhar basıncı belirlenerek kaplama kalitesi belirlenebilmektedir.

Dolgu malzemeleri, reçetelerde çözünmeden kalarak yapının hacmini artırmaktadır. Genellikle yapının mekanik, fiziksel ve termal özelliklerini değiştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Dolgu malzemeleri kullanıldıkları formülasyonlarda kaliteyi ve performansı belirleyen önemli parametrelerden biridir. Dolgu malzemeleri olarak kullanılan malzemelere silikalar, karbürler ve oksitler örnek olarak verilebilmektedir. Dolgu malzemeleri genellikle kaplamaların termal, mekanik ve elektriksel özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Bu çalışma katmanlar arası yapışma mukavemetinin artması için dolgu malzemelerinin birini ya da daha fazlasının kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu dolgu malzemelerine alümina, titanyum dioksit, zirkonyum silikat, silisyum karbür, bor karbür, mika ve bunların karışımı örnek verilebilmektedir. Bu karışım astar bileşimine göre ağırlıkça %3,5 ila %10 dolgu malzemesi içermektedir.

Yüzey aktif maddeler, pigmentlerin ve plastikleştiricilerin stabilitesini korumak içinde ilave edilebilmektedir.

Pigmentler ise, kaplamalarda alt tabakaları gizlemek, istenen rengi vermek ve maliyeti düşürmek için kullanılmaktadır. Pigmentler, beyaz pigmentler, renk pigmentleri, özel efekt pigmentleri, inert pigmentler ve fonksiyonel pigmentler olarak sınıflandırılmaktadır. Pigmentler kaplamaya istenilen renkleri vermek amacı ile kullanılan moleküllerdir. Kaplama

formülasyonunda arzu edilen örtücülüğe göre %1 ila %20 ilave edilebilmektedir. Buluşa konu astar kat kaplama formülasyonunda pigment boyalara arsenik pigmentleri veya karbon pigmentleri kullanılabilmektedir.

Buluş kapsamında üç farklı astar kat kaplama malzemesi formülasyonu hazırlanmış ve uygulanmıştır.

Astar kat kaplama malzemesi formülasyonu 1;

İçerik	Ağırlıkça Kullanılabilir Miktar (%)
Termoplastik bağlayıcı	15,00-30,00
PTFE	4,5-10,0
FEP	0,5-10
Yüzey aktif ajan	1,0-3,0
Çözücü sistemi	35,0-75,0
Pigment	3,0-20,0
Dolgu malzemesi	1-30,00

Astar kat kaplama malzemesi formülasyonu 2;

İçerik	Ağırlıkça Kullanılabilir Miktar (%)
Termoplastik bağlayıcı	15,00-30,00
PTFE	4,5-10,0
FEP	0,5-10
Yüzey aktif ajan	1,0-3,0
Çözücü sistemi	35,0-74,0
Pigment	3,0-20,0
Dolgu malzemesi	2

Astar kat kaplama malzemesi formülasyonu 3;

İçerik	Ağırlıkça Kullanılabilir Miktar (%)
Termoplastik bağlayıcı	15,00-30,00
PTFE	4,5-10,0
FEP	0,5-10
Yüzey aktif ajan	1,0-3,0
Çözücü sistemi	35,0-72,5
Pigment	3,0-20,0
Dolgu malzemesi	3,5

Buluş kapsamında, pigment, floropolimer, termoplastik bağlayıcıdan oluşan ve sert dolgu malzemesi içermeyen kaplama bileşimi hazırlanarak (Formül 1), sprey tabancası ile 10-15 mikron kuru film kalınlığı aralığında uygulama yapılıp, 120°C de 5 dakika bekletildiğinde elde edilen kaplamanın yüzey pürüzlülüğü 0,74 Ra olarak ölçülmüştür. Bu astar kata elektrostatik toz FEP, PFA uygulamaları yapılmış ve 120°C'de 5 dakika kurutma, ardından 15 dakika 390 °C'de pişirme işlemi yapılmıştır ve ASTM D3359 test standartlarına göre ürünlerin her birinin

katmanlar arası yapışma performansının 1B olduğu görülmüştür. Uygulanan üst katların hiçbir kuvvet uygulanmadan yüzeyden rahatlıkla ayrılabilmekte hatta dökülmekte olduğu sonuçlarına varılmıştır. Aynı formülasyona %1 oranında 16 mikron (d_{50}) tane boyutuna sahip SiC ve %1 oranında 12 mikron (d_{50}) tane boyutuna sahip SiC eklenmiş (formül 2) ve yüzey pürüzlülüğü 1,5 Ra olarak ölçülmüştür. ASTM D3359 test standartlarına göre ürünlerin her birinin katmanlar arası yapışma performansının 4 B olduğu görülmüştür. Kesiklerde, kesişme noktaları arasında ufak yırtılmalar mevcuttur. Bu durumda, kaplamanın hizmet ömrünün istenilen seviyeden aşağıda kalmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle kaplamanın temas edeceği yüzey alanını ve yapışma kabiliyetini artırmak için formülasyon 3 hazırlanmış ve %1,75 oranında 16 mikron (d_{50}) tane boyutuna sahip SiC ve %1,75 12 mikron (d_{50}) tane boyutuna sahip SiC eklenmiştir. ASTM D3359 test standartlarına göre elektrostatik toz FEP ve PFA uygulamalarının katmanlar arası yapışma performansı 5B değerini göstermektedir. Bu değer kaplamanın hizmet ömrünü beklenen seviyede karşılayabileceğini göstermektedir.

Mekanik kenetlenme teorisi Van der Waals kuvvetlerinden etkilenmekte ve yapışma mukavemetinin artmasına neden olmaktadır. Farklı boyutlardaki silisyum karbür ilaveleri ile yüzey serbest enerjisi azaltılarak temas alanının artması katmanlar arası yapışma ve mekanik mukavemetin olumlu yönde artmasına neden olmuştur.

Buluşa konu astar kat kaplama malzemesinin üretim yöntemi;

Termoplastik bağlayıcının, solvent karışımları içerisinde 60 dakika boyunca karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Homojen çözelti sonrasında ortalama parçacık dağılımı 5 mikron (d_{50}) olan toz PTFE ve FEP, pigment ve yüzey aktif ajanı ilave edilerek 30 dakika daha karıştırma işlemi devam etmiştir. Ardından ürünler basketmile alınarak 5 saat öğütülmüştür. Öğütme sonunda elde edilen ürün karıştırıcı altına alınmıştır. Eşit yüzdelerde tane boyutu 12 ve 16 mikron (d_{50}) olan silisyum karbür ilave edilmiş ve 1 saat boyunca karıştırma işlemi yapılmıştır.

Elde edilen astar kat kaplama malzemesinin viskozitesi 25 ˚C'de ford cup 4 ile 63 saniye olarak ölçülmüştür. Astar kat kaplama malzemesinin nihai viskozitesi doğru ayarlanmadığında yüksek partikül boyutuna ve yoğunluğuna sahip malzemeler çökme eğilimi göstermektedir. Bu durum uygulama öncesi uzun karıştırma sürelerine neden olabilmektedir.

Astar kat kaplama malzemesinin dispersiyon ortamı N-metilpirolidon, metil etil keton, bütanol, etanol, ksilen gibi organik çözücülerden oluşmaktadır. Bu nedenle ekolojik olarak su bazlı boyalara göre tehlikeli olarak sınıflandırılır. Solvent bazlı boyalar uygulandıkları mekanda

koku bıraktıkları için boyanan bölgelerin havalandırılması ve uygulamanın maske ile yapılması gerekmektedir.

Uygulama öncesi yüzey ön işlem

Substrata astar kat kaplama malzemesi uygulanmadan önce yüzey pürüzlendirme işlemi yapılır. Bu pürüzlendirme işlemi, astar kat kaplama malzemesini substrat tabakası üzerinde tutmada yardımcı olur. Substrat veya uygulama yöntemi ne olursa olsun astar katın substrata iyi şekilde yapışması için yüzeyi pürüzlendirmek gerekmektedir. Kumlama işlemine tabi tutulan alüminyum substratın pürüzlülüğü (Ra) 2,5 ila 5 arasında olabilmektedir.

Buluşa konu astar kat kaplama malzemesinin uygulanması

Elde edilen astar kat kaplama malzemesi, püskürtme, rulo kaplama, daldırma, fırçalama veya elektro-çökeltme uygulama yöntemlerinden biri ile uygulanabilir. Mevcut bileşim püskürtme yöntemi ile 1.0 - 1.4 mm spray tabancasıyla 4,5-5,0 bar basınçta yapılan uygulama sonunda astar kat kumlanmış ve yağlardan arındırılmış alüminyum yüzeye 10-15 mikron kuru film kalınlığında uygulanır. Astar katın kurutulması 120-130 °C ‘de 4 dakika gerçekleştirilir ve soğutulur. 40-50 mikron kuru film kalınlığı aralığında elektrostatik toz FEP, PFA uygulamaları yapılarak 120°C’de 5 dakika kurutma, ardından 15 dakika 390 °C’de pişirme işlemi yapılabilir.

Yapışma testi

ASTM D 3359 standardı esas alınarak formül 1, formül 2 ve formül 3’ün kullanıldığı kaplamalara çapraz yapışma testi uygulanmıştır. ISO2409 standardına uygun olan SP3010 kodlu Cross Cut Yapışma Bandı çizgi üzerine yan kenarları 1350°’lik açıların karşısına gelecek şekilde yapışkan bant yapıştırılır. Bantla panel arasında kalan hava kabarcıkları parmakla ovularak giderilir. Yapışkan bandın bir ucu serbest bırakılarak ucundan tutulan bant ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekilir. Elde edilen sonuçlar tablo-1’de verilmektedir.

Tablo-1: Kareleme test sonuçları

Örnek	Elektrostatik toz FEP	Elektrostatik toz PFA
Formül 1	1B	1B
Formül 2	4B	4B
Formül 3	5B	5B

Formül 1’de kaplamadaki kesiklerin kenarları boyunca ayrılmalar mevcuttur. Uygulanan üst katların hiçbir kuvvet uygulanmadan yüzeyden rahatlıkla ayrılabilmekte hatta dökülmekte olduğu sonuçlarına varılmıştır. Formül 2’de kaplama filmi, altlık malzemeden ayrılmaya, yırtılmaya ve çizilmeye müsait durumdadır. Elde edilen sonuçlara göre %3,5 silisyum karbür

içeren Formül 3'te 5B performans değerini göstermektedir. Bu değer kaplamanın hizmet ömrünü beklenen seviyede karşılayabileceğini göstermektedir.

Korozyon testi

Korozyon testinde agrasif madde olarak tuz seçilmiştir. %10'luk NaCl çözeltisi saf su ile hazırlanmıştır. Plakalar tencere içine alınır. Tencerenin %80'i %10'luk tuzlu su çözeltisi ile doldurulur. Test plakaları tencerenin içerisine koyulur ve konsantrasyon kaybı olmaması adına kapatılarak kaynamaya bırakılır. Kaynama başladığında sıcaklığı düşürülerek sabit sıcaklıkta 8 saat boyunca kaynatılır. Her saatte bir suyun seviyesi kontrol edilir. Eğer seviye azalmış ise su takviyesi yapılır. 8 saat sonrasında elektrikli ocak kapatılır ve tavanın ortamda 16 saat beklemesi sağlanır. 24 saat sürenin dolması ile 1.gün bitirilmiş olur. Döngü tekrarlanarak hangi aşamada yüzeyde kabarma ve deformasyon olup, olmadığı not edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo-2'de verilmektedir.

Tablo-2: Korozyon test sonuçları

Korozyon test sonuçları (saat)		
Örnek	Elektrostatik toz FEP	Elektrostatik toz PFA
Formül 1	24	24
Formül 2	72	72
Formül 3	144	144

Agrasif malzeme ile kontrollü ortamda kaplama yüzeylerinin bozulmaya, yırtılmaya, kabarcıklanmaya karşı direnci ve hava koşulları, nem, tuzlu su gibi agrasif faktörlerin kaplama üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla markette talep edilen aşınma mekanizmalarından biri olan korozyon testi sonuçlarına göre katmanlar arası yapışma arttıkça korozyon direncinin arttığı görülmüştür. Formül 3'te 144 saat korozyon direnci kaydedilmiştir.

Aşınma testi

Bu test metodunda test yapılacak ürün yerleştirilir. Yüzey işlem kolunun ucuna uygun olarak 3M 7447 Scoth Bride ovma pedi sünger kesilir ve yerleştirilir. 3000 gr ağırlığındaki yük ağırlık koluna yerleştirilir. Süngerin üstünü kapatacak kadar %1 deterjanlı su ilave edilir. Cihaz çalıştırılır ve her 500 devirde bir sünger ters çevrilir. 1000 devirde yeni sünger ile değiştirilerek teste devam edilir. Aşınma direncinde yük durumunda akma gerilmesi sınırlarına ulaşılarak kaplamada yırtılmalar meydana geldiğinde devir sayısı not edilir ve uygulama bitirilir. Elde edilen sonuçlar tablo-3'de verilmektedir.

Tablo-3: Aşınma testi sonuçları

Aşınma test sonuçları (cycle)		
Örnek	Elektrostatik toz FEP	Elektrostatik toz PFA
Formül 1	40	40
Formül 2	3500	3500
Formül 3	6500	6000

Genel olarak aşınma, aşınma yüzeyinin durumu ve kaybolan malzemenin miktarı ile değerlendirilmektedir. Aşınmanın derecesi, aşınma oranı ve aşınma katsayıları değerleri ile tanımlanmaktadır. Aşınma oranı, her bir aşınma mesafesi ve aşınma yüklemesi için aşınma şiddeti olarak tarif edilir. Aşınma katsayısı da, belirli aşınma oranı ve aşınan malzemenin sertliği ile tarif edilir. Formül 1'de katmanlar arası yapışma gerçekleşmediği için aşınmaya karşı bir direnç görülmemektedir. Formül 2'de 4B yapışma performansına sahip ürünlerde yük altında direnç mevcuttur fakat yeterli değildir. Formül 3'te aşınmaya karşı dirençli hizmet ömrü arttırılmış ürünler elde edildiği görülmüştür.