

ÖZET**Gıda ile temas eden yüzeyler için ağır metal oksit içermeyen opak beyaz emaye kaplama malzemesi**

5

Buluş, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere, ağır metal oksit ve zirkonyumlu bileşik içermeyen, genleşme katsayısı $280 \times 10^{-7} \text{K}^{-1}$ olacak şekilde ağırlıkça %5-20 oranında Na_2O , %1-10 oranında K_2O , %0,1-5 oranında Li_2O , %0,1-7 oranında CaO , %0,1-7 oranında MgO , %2-10 oranında P_2O_5 , %1-10 oranında Al_2O_3 , %5-20 oranında B_2O_3 ,
10 %20-65 oranında SiO_2 , %0,1-20 oranında TiO_2 ve %0,1-5 oranında F içeren beyaz opak frit ile mavi kil, sodyum alüminat ve potasyum karbonat değirmen katkılarını içeren beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi, ilgili üretim ve uygulama yöntemi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere, ağır metal oksit ve zirkonyumlu bileşik içermeyen, oksidik yapıyı veren beyaz opak frit ile mavi kil, sodyum alüminat ve potasyum karbonat değirmen katkılarını ve su içeren beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi olup, özelliği; bahsedilen fritin, genleşme katsayısı $280 \times 10^{-7} K^{-1}$ olacak şekilde ağırlıkça %5-20 oranında Na_2O , %1-10 oranında K_2O , %0,1-5 oranında Li_2O , %0,1-7 oranında CaO , %0,1-7 oranında MgO , %2-10 oranında P_2O_5 , %1-10 oranında Al_2O_3 , %5-20 oranında B_2O_3 , %20-65 oranında SiO_2 , %0,1-20 oranında TiO_2 ve %0,1-5 oranında F içermesidir.

2. İstem 1'e uygun emaye kaplama malzemesi olup, özelliği; %89-98 oranında beyaz opak frit, %1,8-14 oranında mavi kil, %0,1-1 oranında sodyum alüminat, %0,1-1 oranında potasyum karbonat içermesidir.

3. İstem 1'e uygun emaye kaplama malzemesi olup, özelliği; %93-97 oranında beyaz opak frit, %2-6 oranında mavi kil, %0,1-0,4 oranında sodyum alüminat, %0,2-0,6 oranında potasyum karbonat içermesidir.

4. Gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere,

- oksidik yapıyı verecek beyaz opak friti elde etmek üzere, frit kompozisyonunun belirlenerek harman oluşturulması ve ergitilmesi,
- ergitme işlemi sonrasında fritin suya dökülerek hızlı soğutma ile camsı fritin elde edilmesi,
- elde edilen fritin, mavi kil, sodyum alüminat, potasyum karbonat ve emaye yoğunluğu yaklaşık $1,72 \text{ g/cm}^3$ olacak şekilde suyla birlikte veya susuz öğütülmesi,

işlem adımlarını içeren beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi üretim yöntemi olup, özelliği;

- bahsedilen fritin, genleşme katsayısı $280 \times 10^{-7} K^{-1}$ olacak şekilde ağırlıkça %5-20 oranında Na_2O , %1-10 oranında K_2O , %0,1-5 oranında Li_2O , %0,1-7 oranında CaO , %0,1-7 oranında MgO , %2-10 oranında P_2O_5 , %1-10 oranında Al_2O_3 , %5-20 oranında B_2O_3 , %20-65 oranında SiO_2 , %0,1-20 oranında TiO_2 ve %0,1-5 oranında F içermesidir.

5. İstem 4'e uygun üretim yöntemi olup, özelliği; %89-98 oranında beyaz opak frit, %1,8-14 oranında mavi kil, %0,1-1 oranında sodyum alüminat, %0,1-1 oranında potasyum karbonat içermesidir.

5 6. İstem 4'e uygun üretim yöntemi olup, özelliği; %93-97 oranında beyaz opak frit, %2-6 oranında mavi kil, %0,1-0,4 oranında sodyum alüminat, %0,2-0,6 oranında potasyum karbonat içermesidir.

10 7. İstem 4'e uygun üretim yöntemi olup, özelliği; bahsedilen ergitme işleminin 1300-1400°C aralığında 1 saat süreyle yapılmasıdır.

15 8. İstem 4'e uygun üretim yöntemi olup, özelliği; bahsedilen öğütme işleminin, üst kat emaye kaplama malzemesinin sulu sprej şeklinde uygulanması durumunda sulu bayer ölçeğinde 150 mesh elekte 0,5-1 bayer arasında olacak şekilde, daldırma şeklinde uygulanması durumunda 150 mesh elekte 2-3 bayer arasında olacak şekilde gerçekleştirilmesidir.

20 9. İstem 4-8'den herhangi birinde bahsedilen üretim yöntemi ile elde edilen beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesinin uygulanma yöntemi olup, özelliği;

- yağdan ve kirden arındırılmış, yüzeyine ticari bir astar kat uygulaması yapılmış çelik numune yüzeyine, metrekaşe alana ortalama 344 gram olacak şekilde sprej ile homojen kaplaması,
- kaplama sonrası sulu uygulamada suyun buharlaşması için kurutulması,
- 25 • kurutma işlemi sonrasında 820°C'de 4 dakika olacak şekilde sinterlenmesi,

işlem adımını içermesidir.

30 10. İstem 9'a uygun yöntem olup, özelliği; bahsedilen astar katın 80µm'den ince kalınlıkta ve üst kat beyaz emayeden daha fazla ısı direncine sahip kompozisyona sahip, metalle iyi yapışma sergileyen ve beyaz opak üst kat emaye kaplama ile uyumlu olmasıdır.

35 11. İstem 9'a uygun yöntem olup, özelliği; elde edilen beyaz opak üst kat emaye kaplamanın, en zayıf 2 numara yapışma değerine, ISO 28706-1 standardına göre AA asit direncine, 90 civarında L değerine, ± 1 seviyelerinde a ve b değerlerine, 60° açılık tayf gönderimi ile ölçüldüğünde 70 üstü parlaklık değerine sahip olmasıdır.

TARİFNAME

Gıda ile temas eden yüzeyler için ağır metal oksit içermeyen opak beyaz emaye kaplama malzemesi

5

Teknik Alan

Buluş, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere, ağır metal oksit ve zirkonyumlu bileşik içermeyen beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi, ilgili üretim ve uygulama yöntemi ile ilgilidir.

10

Tekniğin Bilinen Durumu

Emaye kaplamaların hammaddesi frit adı verilen camsı malzemelerdir. Frit, çeşitli metalik minerallerden oluşan bir malzeme olup, bu minerallerin 1300-1400°C civarında ergitilmesi ve hızlıca katılaştırılması ile elde edilen genellikle amorf malzemelerdir. Emaye kaplamalar uygulama yöntemlerine göre kuru ve yaş uygulamalar olarak ikiye ayrılmaktadır. Yaş uygulamalardan en bilinen yöntemler daldırma, sprej, elektroforetik uygulamalarken, kuru uygulama olarak bilinen en yaygın metot ise elektrostatik toz kaplamadır. Seçilen uygulama yöntemine göre belirli değirmen katkıları ile frit partiküllerinin tane boyutu küçültülmekte ve bu frit tanelerinin yüzey özellikleri değiştirilmektedir. Çelik yüzeye uygulanan yaş/kuru emaye 800-870°C aralığında sinterlenerek emaye haline getirilmektedir.

20

Emaye kaplamalar görünüm beklentilerine, performans beklentilerine göre ve bunların optimum karışımına göre üçe ayrılmaktadır. Performans odaklı yüzeylerde ürünün görselinden ziyade performansı daha ön plandadır. Su ısıtıcı emayeleri, katalitik kaplamalar, silo emayeleri gibi kaplamalarda ürün tasarlanırken kaplamanın işlevi ön plandadır. Renk ve yüzey müdahalesi yapılabiliyorsa yapılmaktadır, ancak bu müdahalenin kaplamanın performansını düşürmemesi gerekmektedir. Burada performanstan kasıt yapışma, asit direnci ve kaplamanın üretim amacının olduğu özelliğin performansıdır. Örneğin su ısıtıcı emayeleri için alkali iyon dayanımı, kaynar su dayanımı, yapışma gibi performans özellikleri beklenirken, katalitik kaplamalarda organik yağ absorblama yeteneğine bakılmaktadır. Görünüm beklentilerine göre olan emayelerde öncelik dış görüntü cazibesidir. Dış görüntünün ticari değeri olduğu takdirde kaplamanın performansında belli bir seviyeye kadar düşüş kabul edilebilmektedir. Burada dış görüntüden kasıt renk, desen, doku, parlaklık ve gölge efekti gibi özelliklerdir. Estetik ve performansın bir arada beklendiği yüzeyler ise iki parametreyi de optimum seviyede tutmayı amaçlamaktadır.

35

Beyaz renkli emayeler genellikle estetik görünümün ön planda olduğu emaye türüdür. Üst kat uygulama yapıldığı için metalle yapışma (darbe dayanımı) performansı astar katın üstlendiği bir görev olmaktadır. Asit direnci de genellikle yüksek olup, korozyon dayanımında da problem çıkmamaktadır. Beyaz üst kat emaye fritlerinden istenen temel özellik renk değerlerinin istenen beyazlıkta, L^*a^*b skalasında yüksek L^* 'ye sahip olması, opaklık değerinin ayarlanabilir olması ve çelik üzerine uygulanan astarla uyumlu olmasıdır. Beyaz emaye uygulamalarında, geleneksel emaye kalite çelik sac üzerine astar kat kullanımı zorunludur. Aksi takdirde yapışma olmamakta ve beyaz emaye metalden atmaktadır. Ancak DC03ED ve DC04ED kalite çelik sacların üzerine pickling ve Ni biriktirme işlemleri sonucu direk özel beyaz uygulama da yapılabilir. 10

Beyaz üst kat emayeler yeni bir ürün grubu olmayıp uzun yıllardır hem döküm hem de çelik yüzeyler için kullanılmaktadır. Özellikle tencere, çaydanlık gibi gıda ile temas eden yüzeylerde üst kat olarak kullanılmaktadır. Yani gıda ile temas regülasyonlarına uygun yapıda olması gerekmektedir. Bu da Ni, Co, Cr, Cd, Pb gibi ağır metalleri içermemesi gerektiği anlamına gelmektedir. Çinko da ağır metal sınıfına girmekte olup ISO 4531 standardına göre salınımının 5000µg/L seviyesini geçmemesi gerekmektedir. 15

Beyaz emaye üretimi için üretilen fritlerin formülasyonları ve değirmen katkıları değişiklik gösterebilmekle birlikte, kullanılacak fritler genellikle yüksek titan içerikli bir kompozisyona sahip olmaktadır. Tekniğin bilinen durumunda, çelik sac uygulamalarında bu tarz fritlerde yüksek opasite ve yüksek yüzey kalitesi elde etmek üzere farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Örneğin US5013362A numaralı patent başvurusunda, zirkonlu ve titanlı bir frit kompozisyonunda yapıya flor katılmayarak süper opak bir beyaz emaye üretilmesi açıklanmaktadır ancak yapıda bulunan zirkon emaye kaplamanın maliyetini artırmaktadır. Frit kompozisyonunun yapısından flor çıkarılması maliyeti genellikle ekarte edememektedir. Ek olarak elde edilecek son yüzeyin kalitesi, parlaklığı, pürüzlülüğü ve BS EN 28706-1 standardına göre sitrik asit direnci de son kullanıcı için önem arz etmektedir. Zirkon miktarının artmasının ve florun azalmasının asit dayanımı ve yüzey kalitesi için genellikle olumlu bir uygulama olmadığı mevcutta bilinmektedir. 20 25 30

GB683312A numaralı patent başvurusunda ise, titanyum oranı yüksek beyaz emaye kompozisyonu oldukça açık şekilde tanımlanmaktadır ancak, üst kat beyaz uygulama olarak tanımlanan kaplama formülasyonunda çinko oksit ve değirmen katkısı olarak da titanyum oksit kullanımı söz konusudur. Değirmen katkısı olarak katılan titanyum oksidin, opasiteyi artırdığı bilinmekle birlikte ek olarak maliyeti de eksponansiyel olarak artırmaktadır. Frit 35

formülünde kullanılan çinko oksit ağır metal sınıfına girmektedir ve gıdalla temas regülasyonunda salınım değeri belirtilmiştir.

Mevcut teknikte beyaz üst kat emaye formülasyonlarının bazıları da dökme demirler için geliştirilmiştir ki bunların genleşme katsayısının çelik emayelerden farklı olduğu bilindiği için çelik kaplamada kullanıldığı takdirde problemlere yol açabilmektedir. Bunların dışında direkt veya astarlanmış çelik yüzeyler üzerine uygulama için üretilmiş titanyumlu beyaz emaye reçetelerinde ya frit formülasyonuna ya da değirmen reçetesine eser miktarlarda da olsa ağır metal oksit girilmektedir. Bunlara ek olarak değirmen reçetesine eklenecek yüksek maliyetli hammaddeler ile kaplamanın performansı ve estetik özellikleri arttırılmaya çalışılmış ancak bu gibi çalışmalar endüstriyel için fazla maliyetli olmaktadır. Dolayısıyla, hem gıda ile temasa uygun kompozisyona sahip hem de maliyet olarak arz-talep dengesini kuracak seviyede satılabilir özellikte beyaz opak çelik emaye kaplama malzemelerinin endüstriyel boyutta üretimine ihtiyaç duyulmaktadır.

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, gıda ile temas eden yüzeyler için ağır metal oksit içermeyen opak beyaz emaye kaplama malzemesi ile ilgilidir.

Buluşun amacı, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere, ağır metal oksit ve zirkonyumlu bileşik içermeyen beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi geliştirmektir.

Buluşun amacı, endüstriyel boyutta üretime imkan sağlarken hem gıda ile temasa uygun kompozisyona sahip hem de düşük maliyetli beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi ortaya koymaktır.

Buluşun amacı, uygulandığı astar kat ve dolayısıyla metal ile uyumlu üst kat emaye kaplama malzemesi elde etmektir.

Buluşun amacı, yapısındaki yüksek TiO_2 miktarı ile kimyasal korozyon direnci yüksek, opak beyaz renkte opak bir üst kat emaye kaplama malzemesi sağlamaktır.

Yukarıda anlatılan amaçların yerine getirilmesi için buluş, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere, ağır metal oksit ve zirkonyumlu bileşik içermeyen, oksidik yapıyı veren beyaz opak frit ile mavi kil, sodyum alüminat ve potasyum karbonat değirmen katkılarını ve su içeren beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi olup, özelliği;

5 bahsedilen fritin genleşme katsayısı $280 \times 10^{-7} K^{-1}$ olacak şekilde ağırlıkça %5-20 oranında Na_2O , %1-10 oranında K_2O , %0,1-5 oranında Li_2O , %0,1-7 oranında CaO , %0,1-7 oranında MgO , %2-10 oranında P_2O_5 , %1-10 oranında Al_2O_3 , %5-20 oranında B_2O_3 , %20-65 oranında SiO_2 , %0,1-20 oranında TiO_2 ve %0,1-5 oranında F içermektedir.

10 Yukarıda anlatılan amaçların yerine getirilmesi için buluş, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere,

- oksidik yapıyı verecek beyaz opak friti elde etmek üzere, frit kompozisyonunun belirlenerek harman oluşturulması ve ergitilmesi,
- 15 • ergitme işlemi sonrasında fritin suya dökülerek hızlı soğutma ile camsı fritin elde edilmesi,
- elde edilen fritin, mavi kil, sodyum alüminat, potasyum karbonat ve emaye yoğunluğu yaklaşık $1,72 \text{ g/cm}^3$ olacak şekilde suyla birlikte veya susuz öğütülmesi,

20 işlem adımlarını içeren beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi üretim yöntemi olup, özelliği;

- bahsedilen fritin, genleşme katsayısı $280 \times 10^{-7} K^{-1}$ olacak şekilde ağırlıkça %5-20 oranında Na_2O , %1-10 oranında K_2O , %0,1-5 oranında Li_2O , %0,1-7 oranında CaO , %0,1-7 oranında MgO , %2-10 oranında P_2O_5 , %1-10 oranında Al_2O_3 , %5-20 oranında B_2O_3 , %20-65 oranında SiO_2 , %0,1-20 oranında TiO_2 ve %0,1-5 oranında F içermektedir.
- 25

Buluşun amaçlarını gerçekleştirmek üzere beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi, %89-98 oranında beyaz opak frit, %1,8-14 oranında mavi kil, %0,1-1 oranında sodyum alüminat, %0,1-1 oranında potasyum karbonat içermektedir.

30

Buluşun amaçlarını gerçekleştirmek üzere beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi, %93-97 oranında beyaz opak frit, %2-6 oranında mavi kil, %0,1-0,4 oranında sodyum alüminat, %0,2-0,6 oranında potasyum karbonat içermektedir.

35

Buluşun amaçlarını gerçekleştirmek üzere beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi,

- yağdan ve kirden arındırılmış, yüzeyine ticari bir astar kat uygulaması yapılmış çelik numune yüzeyine, metrekaresi alana ortalama 344 gram olacak şekilde spreyle homojen kaplaması,
- kaplama sonrası sulu uygulamada suyun buharlaşması için kurutulması,
- 5 • kurutma işlemi sonrasında 820°C'de 4 dakika olacak şekilde sinterlenmesi,

işlem adımlarıyla, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmaktadır.

10 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

15 Bu detaylı açıklamada, gıda ile temas eden yüzeyler için ağır metal oksit içermeyen opak beyaz emaye kaplama malzemesi, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

20 Buluş, gıda ile temas eden çelik sac yüzeylere uygulanmak üzere, ağır metal oksit ve zirkonyumlu bileşik içermeyen beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesi, ilgili üretim ve uygulama yöntemi ile ilgilidir. Buluşun özelliği; elde edilen fritler mümkün olan en az seviyede ağır metal oksit içerip, en az maliyetle yüzey özelliklerini koruyan yapıda olmasıdır. Buluşa konu formülasyonda en ağır metal olan titanyumun metal oksidi gıdayla temas regülasyonunda sınırlandırıcı etkiye sahip değildir. Bilindiği üzere, periyodik tabloya göre bu metalden sonra gelen metaller (örneğin V, Cr, Ni, Zn metalleri gibi) için regülasyonda 25 sınırlandırmalar bulunmaktadır.

30 Gıda ile temasa uygun şekilde formüle edilen beyaz üst kat emaye friti, Na_2O , K_2O , Li_2O , CaO , MgO , P_2O_5 , Al_2O_3 , B_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 ve F bileşiklerini içermektedir. Frit kompozisyonunda yer alan oksitlerin işlevleri tablo-1'de verilmektedir. Bu bileşiklerin mol kütleleri, cam-seramik yapı oluşturacak şekilde hesaplanmaktadır. Bu kütleler hesaplanırken genleşme katsayısı teorik olarak $280 \times 10^{-7} \text{K}^{-1}$ olacak şekilde ayarlanmaktadır. Bu sayede, astar kat ve dolayısıyla metal ile uyumlu sağlanmaktadır. Frit yapısındaki yüksek TiO_2 miktarı ile hem opak beyaz renk elde edilmekte hem de ürünün kimyasal korozyon direnci yüksek tutulmaktadır.

35

Beyaz opak frit oksidik kompozisyonun formülasyonu:

İçerik	Ağırlıkça tercih edilen kullanılabilir miktar (%)	Ağırlıkça kullanılabilir miktar (%)
Sodyum oksit (Na_2O)	7,5-13,2	5-20
Potasyum oksit (K_2O)	1,5-5,7	1-10
Lityum oksit (Li_2O)	0,1-1,5	0,1-5
Kalsiyum oksit (CaO)	0,1-1,5	0,1-7
Magnezyum oksit (MgO)	0,5-3	0,1-7
Fosfor pentaoksit (P_2O_5)	2,1-5,7	2-10
Alüminyum oksit (Al_2O_3)	0,1-1,3	1-10
Bor oksit (B_2O_3)	11,8-17,2	5-20
Silisyum dioksit (SiO_2)	40,3-60,8	20-65
Titanyum dioksit (TiO_2)	14-19	0,1-20
Flor (F)	0,7-3	0,1-5

Tablo-1: Frit bileşenlerinin hammadde kaynakları ve işlevleri

Bileşen	Mineral	Fonksiyon
SiO_2	Kuvars Feldspat	Cam yapıcıdır. Ana matrisi oluştururken kimyasal ve mekanik dayanım sağlamaktadır.
B_2O_3 CaO	Borik asit Boraks Kalsit	Ergiticidir (Flaks yapıcı). Ergiyik viskozitesini ayarlamakta ve yüzey sertliğini arttırmaktadır.
MgO	Magnezyum Karbonat, Dolomit	Opaklaştırıcıdır.
P_2O_5	Monoaminofosfat	Beyazlık artırıcı ve opaklık vericidir.
Na_2O K_2O Li_2O	Albit Feldspat– Mikroklin Spodümen Petalit Lepidolit	Alkali bileşenlerdir. Camın yumuşama sıcaklığını ve elastisiteyi düşürmekte ve parlaklığı arttırmaktadır.
Al_2O_3	Feldspat Korundum	Viskozite, mekanik, kimyasal ve termal dayanımı artırırken, genleşme katsayısını düşürmekte ve opak bir yüzey sağlamaktadır.

TiO ₂	Anataz	Beyaz opak renk vericidir. Isıl ve kimyasal korozyon direncini arttırmaktadır.
F	Sodyum Silika Florür, Kalsiyum Florür, Potasyum Silika Florür	Camın iç gerilimini ayarlamakta ve cama esneklik vermektedir. Ayrıca, ergitcidir.

Beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesinin formülasyonu:

İçerik	Ağırlıkça tercih edilen kullanılabilir miktar (%)	Ağırlıkça kullanılabilir miktar (%)
Beyaz opak frit	93-97	89-90
Mavi kil	2-6	1,8-14
Sodyum alüminat	0,1-0,4	0,1-1
Potasyum karbonat	0,2-0,6	0,1-1

Değirmen katkısı olarak kullanılan mavi kil, sulu uygulamalarda frit tanelerini askıda tutmayı sağlamaktadır. Tane boyut dağılımında tanelerin %90'ı 30µm ve altında olacak türde kuvars kaolinit killeri tercih edilmelidir. Üst kat emayelerde genellikle mavi kil kullanılmaktadır.

Sodyum alüminat ve potasyum karbonat, su içerisinde iyonlarına ayrışarak frit tanelerinin homojen dağılmasını ve süzülmesini sağlamaktadırlar. Bu görevi yaparken aynı zamanda renk dengesini korumaktadırlar.

Buluşa konu beyaz opak üst kat emaye kaplama malzemesinin üretim yöntemi:

- Beyaz opak friti elde etmek üzere, genleşme katsayısı teorik olarak $280 \times 10^{-7} K^{-1}$ olacak şekilde oksidik kompozisyon belirlenerek harman oluşturulur,
- Oluşturulan harman 1300-1400 °C aralığında yaklaşık 1 saat ergitilir,
- Ergitme işlemi sonrasında frit suya dökülerek hızlı soğutma ile camsı frit elde edilir,
- Elde edilen frit, mavi kil, sodyum alüminat, potasyum karbonat ve emaye yoğunluğu yaklaşık 1,72 g/cm³ olacak şekilde suyla birlikte veya susuz öğütülür.

Buluşa konu üretim yönteminde, öğütme işlemi susuz yapıldığı takdirde, emaye kaplama malzemesinin ilgili yüzeylere uygulama öncesi su ile karıştırılması gerekmektedir. Eklencek su miktarı yukarıda belirtildiği üzere, emaye yoğunluğu yaklaşık 1,72 g/cm³ olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Buluşa konu üretim yönteminde, frit kompozisyonunda kullanılan hammaddeler genellikle bileşik kristallerden elde edilmektedir. Titanyum ve silis gibi birkaç mineral ise kompleks şeklinde değil, kendi formunda ergitme yapısına girebilmektedir.

- 5 Öğütme işlemi, üst kat emaye kaplama malzemesi sulu sprej şeklinde uygulanacaksa ince öğütme şeklinde, daldırma şeklinde uygulanacaksa kalın öğütme şeklinde yapılmaktadır. İnce öğütmenin, sulu bayer ölçeğinde 150 mesh elekte 0,5-1 bayer arasında olacak şekilde, kalın öğütmenin ise, 150 mesh elekte 2-3 bayer arasında olacak şekilde olması tercih edilmektedir.

10

Buluşa konu beyaz opak emaye kaplama malzemesi (süspansiyonu), yağdan ve kirden arındırılmış, yüzeyine ticari bir astar kat uygulaması yapılmış çelik numune yüzeyine sprej veya daldırma yöntemiyle uygulanmaktadır. Bahsedilen ticari astar katın özellikle 80µm'den ince kalınlıkta ve üst kat beyaz emayeden daha fazla ısıl dirence sahip kompozisyonda olması gerekmektedir. Astar kat, çift kat tek pişirim veya çift kat çift pişirim tekniğine göre sinterlenebilir veya sinterlenmez. Buluşa konu beyaz emaye süspansiyonu, metrekare alana ortalama 344 gram olacak şekilde sprej ile homojen bir kaplama yapılmaktadır. Kaplama sonrası sulu uygulamada suyun buharlaşması için zaman tanınmakta, bu zamanı hızlandırmak için 100-320°C arası sıcaklıkta etüv kurutması da yapılabilmektedir ancak, çok hızlı kurutma yüzeyde hatalara yol açabilmektedir. Kurutma işlemi sonrasında üst kat 820°C'de 4 dakika olacak şekilde sinterlenmektedir. Bu sıcaklık ve süre fırın tipine ve iki pişirim/tek pişirim tekniğine göre değişebilmektedir.

20

- 25 Buluş kapsamında, elde edilen beyaz emaye yüzeyine darbe testi, sitrik asit testi ve spektrofotometre ile L*a*b skalasında renk ölçümü testleri uygulanmıştır.

BS EN 10209 standardına göre vurulan darbe testinde en zayıf 2 numara yapışma elde edilmesi gerekmekte iken buluşa konu emaye kaplamada 1 numara yapışma elde edilmiştir. Asit direnci, ISO 28706-1 standardına göre 15 dakikalık oda sıcaklığındaki sitrik asit testinden AA yani en iyi seviye almıştır. Renk ölçümlerinde L değeri 90 civarında, a ve b değerleri de ±1 seviyelerindedir. Parlaklık değeri glossmetre cihazının 60° açılık tayf gönderimi ile ölçüldüğünde 70 üstü gözlenmiştir.

30

35